

Ing. A.L.P. van de Sande-
Schellekens
Ir. G.B.C. Backus

Ervaringen met biobedden op vleesvarkensbedrijven in PROPRO

*Experiences with biofilters
on PROPRO farms with
fattening pigs*



Proefstation voor de Varkenshouderij

Proefstation voor de
Varkenshouderij
Postbus 83
5240 AB Rosmalen
Tel.: 04192 - 86555

Opdrachtgever: FOMA
Projectcoördinator: Heidemij Adviesbureau BV
Onderzoeksinstelling: Proefstation voor de
Varkenshouderij, Rosmalen

Proefverslag nummer P 1.99
Augustus 1993

VOORWOORD

In het kader van het Raamplan mest- en ammoniakonderzoek van het FOMA wordt in het proefgebied Oisterwijk-Moergestel het PRaktijk Onderzoek PROject (PROPRO) uitgevoerd. PROPRO is een initiatief van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en het landbouwbedrijfsleven.

PROPRO wordt uitgevoerd onder de bestuurlijke verantwoordelijkheid van een stuurgroep die wordt voorgezeten door de Milieu Gedeputeerde van de provincie Noord-Brabant. De werkgroep Stal en Opslag is verantwoordelijk voor de inhoud van het project. Heidemij Adviesbureau treedt op als projectcoördinator.

Het doel van PROPRO is om op praktijkbedrijven verschillende investeringsmaatregelen, gericht op het verminderen van de ammoniakemissie op veehouderijbedrijven, te toetsen en te demonstreren. Alternatieven worden onderzocht op effectiviteit, kosten en op mate van bedrijfsinpasbaarheid. Eén van de onderzochte technieken die in het

kader van ammoniakbeperking uit stallen is toegepast, betreft biobedden bij vleesvarkensstallen. Het onderzoek op de vleesvarkensbedrijven met biobedden werd gezamenlijk uitgevoerd door het IMAG-DLO en het Proefstation voor de Varkenshouderij (PV). Het IMAG-DLO heeft met name de effectiviteit en het technisch functioneren van de installaties onderzocht. De resultaten van het IMAG-DLO onderzoek zijn beschreven door Uenk et al. (1993).

Het onderzoek uitgevoerd door het PV, richt zich op de bedrijfsinpasbaarheid. Eerder is door het PV al een rapport (P 1.47) verschenen over de toepassing van biobedden in de varkenshouderij (Asseldonk en Voermans, 1989). Hierin staan met name bouwkundige eisen voor biobedden en resultaten van het biobed dat op het Proefstation geplaatst was, vermeld.

Onze dank gaat uit naar de deelnemende varkenshouders, voor hun inzet en gastvrijheid. Verder gaat onze dank uit naar de heer Meulepas (DLV-Boxtel) voor zijn begeleiding.

A.L.P. van de Sande-Schellekens
G.B.C. Backus

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

INHOUDSOPGAVE

	SAMENVATTING	4
	SUMMARY	6
1	INLEIDING <i>INTRODUCTION</i>	8 8
1.1	De ammoniakproblematiek	8
1.2	Doelstelling deelproject biobedden	8
2	BIOBEDDEN <i>BIOFIL TERS</i>	10 10
2.1	Het principe van biobedden	10
2.2	De processen	10
2.3	De bouw van een biobed	10
3	MATERIAAL EN METHODEN <i>MATERIAL AND METHODS</i>	12 12
31	Beschrijving biobedden	12
3'1.1	Biobed met compost-boomschors	12
3'1.2	Biobed met heide-vezelturf	14
3 2	Het verzamelen en verwerken van gegevens	16
3'2.1	Arbeid en arbeidsomstandigheden	17
3'2.2	Stalklimaat en technische resultaten	17
3'2.3	Investeringskosten	17
3'2.4	Vaste en variabele kosten	17
4	RESULTATEN <i>RESULTS</i>	20 20
4.1	Samenvatting van de logboeken	20
4.2	Arbeid en arbeidsomstandigheden	21
4.3	Investeringskosten	22
4.4	Vaste en variabele kosten	23
4.5	Afvoer en opslag spuiwater	25
5	BEANTWOORDING VAN DE VRAGEN EN DISCUSSIE <i>ANSWERING THE QUESTIONS AND DISCUSSION</i>	30 30
6	CONCLUSIES <i>CONCLUSIONS</i>	33 33
	LITERATUUR <i>REFERENCES</i>	34 34
	BIJLAGEN <i>APPENDICES</i>	35 35
	1. Produktinformatie zakkenfilter type G 35 S	35
	2. Indicatieve lozingseisen voor effluent mestverwerking bij lozing op rioolwaterzuiveringsinrichting of afvalwaterpersleiding (GTD-Oost-Brabant),	37
	3. Reductiepercentages en kosten van emissiebeperkende maatregelen (Hoste en Baltussen, 1993).	38
	REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN <i>PUBLISHED RESEARCH REPORTS</i>	39 39

SAMENVATTING

In het kader van PROPRO (PRaktijk Onderzoek PROject) zijn twee praktijkbedrijven (met ieder circa 600 vleesvarkensplaatsen), waar twee typen biobedden zijn geplaatst, gedurende de periode november 1990 tot en met september 1992 gevolgd door het IMAG-DL0 en het Proefstation voor de Varkenshouderij. Een biobed is een bak gevuld met vulmateriaal waar de te zuiveren stal-lucht doorheen wordt geleid met als doel het omzetten van geurcomponenten en ammoniak naar water, kooldioxyde, ammonium, nitraat en eventueel nitriet. In het deelonderzoek, uitgevoerd door het Proefstation voor de Varkenshouderij, wordt vooral aandacht besteed aan de bedrijfsinpasbaarheid. Ten aanzien van de bedrijfsinpasbaarheid worden de economische en arbeidskundige gevolgen van een biobed met heide-turfvezel en een biobed met compost-boomschors voor het bedrijf geëvalueerd.

Gedurende het onderzoek hebben beide biobedden slecht gefunctioneerd. De storingen hadden met name betrekking op het ventilatiegedeelte. De ventilatie was namelijk niet berekend op de hoge tegendruk die het biobed veroorzaakt. Gedurende geruime tijd kon onvoldoende geventileerd worden waardoor de varkenshouders de biobedden buiten werking stelden. Bij een goed functionerend biobed moet men jaarlijks per vleesvarkensplaats rekenen op ongeveer 10 minuten extra arbeid voor een biobed met compost-boomschors en 15 minuten voor een biobed met heide-vezel-turf. De extra arbeid is met name nodig voor

het reinigen van de stoffilters en het omzetten van het biobed. Het reinigen van de stoffilters moest dermate vaak gebeuren dat beide varkenshouders besloten de stoffilters te verwijderen. Het gevolg was dat de biobedden vaker omgezet moesten worden. Uit het onderzoek is gebleken dat controle van het vochtgehalte van het vulmateriaal, controle van de sproeiers en controle van het stalklimaat van groot belang zijn.

Door het slecht functioneren van de biobedden kan geen uitspraak worden gedaan over de invloed op het stalklimaat en de technische resultaten. De lucht wordt pas buiten de stal gezuiverd waardoor er niets verandert aan het ammoniakgehalte in de stal. De arbeidsomstandigheden in de stal en de omstandigheden voor de varkens zullen dus niet tot nauwelijks veranderen,

De additionele investeringskosten per varkensplaats in een nieuwbouw- en een verbouwsituatie bedragen voor een biobed met heide-vezelturf respectievelijk f 287,- en f 405,- (exclusief BTW). Bij een biobed met compost-boomschors bedragen deze respectievelijk f 252,- en f 342,- (exclusief BTW) per varkensplaats. Bij deze biobedden is onvoldoende bevochtigingscapaciteit geïnstalleerd wat betekent dat de investering in de praktijk iets hoger zal liggen.

Voor beide biobedden zijn de additionele kosten per varkensplaats ten opzichte van een conventionele stal berekend. In de onderstaande tabel zijn de kosten weergegeven.

De additionele kosten per varkensplaats per jaar voor de biobedden (in guldens per plaats per jaar).

post	compost-boomschors	heide-vezelturf
jaarkosten van de investering	42,15	41,17
elektriciteit*	13,39	19,07
water*	0,67	0,74
arbeid	5,42	8,13
spuwater	pm	pm
totaal (Hfl.)	62,-	69,-

* het water- en elektriciteitsverbruik zullen in de praktijk hoger zijn, want hier is het verbruik gemeten gedurende de wintermaanden.

De jaarlijkse extra kosten van een biobed betreffen met name de jaarkosten van de investering en de elektriciteitskosten. Ten aanzien van de milieu-aspecten draagt het elektriciteitsverbruik bij aan de CO₂-problematiek (broeikas-effect). Daarnaast is aan het gebruik van een biobed ook de productie van spuiwater verbonden. Het spuiwater zal naar verwachting onder andere nitraat, ammonium-N en eventueel nitriet bevatten. De opslag- en afvoerkosten van het spuiwater per varkensplaats voor beide biobedden staan in onderstaande tabel weergegeven.

Als het biobed met compost-boomschors ook bij een half roostervloerstal was geplaatst zou de hoeveelheid spuiwater per

varkensplaats per jaar 0,51 m³ bedragen, waardoor de afvoer- en opslagkosten van het spuiwater ongeveer gelijk zijn aan die van het biobed met heide-vezelturf.

Door de technische problemen, de kosten, de investering en de productie van spuiwater, waarvan de afvoer problematisch zal zijn, zijn biobedden niet inpasbaar in de bedrijfsvoering. Als de technische problemen opgelost zouden zijn, dan zijn biobedden economisch gezien maar voor een beperkt aantal bedrijven een - dure - oplossing voor de ammoniakproblematiek. De afvoer van het spuiwater verdient extra aandacht.

Kosten (guldens per varkensplaats per jaar) voor opslag en afvoer van het spuiwater bij beide biobedden.

afvoer methode	compost-boomschors	heide-vezelturf
vloertype in de stal	volledig rooster ¹	half rooster
hoeveelheid spuiwater/ varkensplaats/jaar (m ³)	0,94	0,55
rechtstreeks naar riool	?	?
bij mest voegen		
- mest afvoer naar eigen land	11,40 ^b	6,68 ^b
- mest afvoer naar mestbank	29,91	20,70
apart opslaan		
- afvoer naar eigen land	11,40 ^{a,b}	6,68 ^b
- afvoer naar zuiveringsinstallatie	?	?

^{a)} Als aan het spuiwater mest wordt toegevoegd valt het onder het Besluit gebruik dierlijke meststoffen.

^{b)} Exclusief de mogelijkheid dat spuiwater de (kunst)mestgift vermindert.

^{?)} Is in principe vloeistof die op de riolering/zuiveringsinstallatie geloosd moet worden.

Echter het is aan de gemeente (waterschap of zuiveringsschap) of men het spuiwater accepteert.

Als het spuiwater op de riolering wordt geloosd bestaan de kosten uit: aansluiting riolering ca. f 1,73 jaarkosten per varkensplaats per jaar plus rioolrecht (afhankelijk van de gemeente en de hoeveelheid te lozen water) plus zuiveringsheffing (afhankelijk van het aantal vervuilingseenheden).

Als het spuiwater naar een zuiveringsinstallatie wordt gebracht bestaan de kosten uit: opslagkosten plus transportkosten plus zuiveringsheffing (afhankelijk van het aantal vervuilingseenheden).

¹⁾ Als dit een half roostervloer was dan waren de kosten ongeveer gelijk aan die van het biobed met heide-vezelturf.

SUMMARY

Within the field of an Applied Research Project on practical farms two biofilters are implemented on pig farms. Both farms own about 600 places for grower/finishers. Data from the biofilters were recorded from November 1990 till September 1992. This research has been carried out by the Institute for Agricultural Engineering (IMAG-DLO) and the Research Institute for Pig Husbandry. The IMAG-DLO measured the effectivity of these filters. The Research Institute for Pig Husbandry paid attention to the farm management aspects of the biofilters. In this report the economic and ergonomic aspects are evaluated based on the collected data.

Biofilters are biological air cleaners. There is an organic bedding material through which the exhaust air from a pig barn is pressed by the fans. Bacteria transform the ammonia and other gasses. Ammonia is transformed to nitrite and nitrate. If the concentration of these gasses get too high the bacteria kill themselves. Therefore the moisture content of the bedding material must be between narrow limits for the bacteria and the nitrite and nitrate must be flushed continuously. This means that biofilters produce an effluent.

In this experiment two biofilters are build on practical farms. The biofilters mainly differ in the organic material used (one bed was filled with a mixture of compost and bark the other one with a mixture of heather and peat). Both biobeds did not function well during most of the time. Most of the problem concerns the insufficient capacity of the fans, because of the counter pressure of the biobeds. Too high temperature in the rooms

was the result. To prevent animal losses farmers make a free excess of the exhaust air.

The data collected during periods of well functioning biobeds are used for some calculations related to labour use. Based on these data it is stated that a biobed needs about 10 to 15 minutes a pigplace for maintenance annually. Maintenance means cleaning dust filters and loosing up the bedding material. Dust filters have to be cleaned frequently. After removing these filters the bedding material had to be loosed up more frequently, so it really does not reduce labour input.

For the reduction of the ammonia emission the bedding material must have the right moisture content. These moisture content can be stabilized by sprinkling the ventilation air. Controlling the sprinklers has to be done frequently. The inside climate in the pig rooms must be controlled automatically, so there is an alarm when temperature rises too high.

Biofilters never have a positive effect on the climate inside the rooms. Therefore there will be no positive effect on animal performances. If the biofilters have a too high counter-pressure the ventilation of the rooms is effected negatively. This will result in lower performance mostly.

The additional investment costs for biofilters are lower for a new construction, compared with the adjustment of existing pig barns. For new barns the investment costs range from Df. 252 to Df. 287 per grower/finisher place. The adjustment of existing barns needs an investment of Df. 342 to Df 405

Annual operating costs (Df.) per pig place for two biofilters.

costs	compost/bark	heather/peat
capital costs	42.15	41.17
electricity	13.39	19.07
water	0.67	0.74
labour	5.42	8.13
total	61.63	69.11

per place. These costs are excluding 17.5% V.A.T.).

The annual costs of biofilters are calculated and listed in next table. Because it is not clear what to do with the effluent, no costs are calculated for storage and disposal of this effluent. The electricity and water costs can be higher because they are based on measurement in the winter.

In an overall environmental judgement it is stated that the biofilters can clean the exhaust air from pig barns; but there is an extra electricity consumption. This means extra production of CO₂. Biofilters also produce about 0.5 to 1 m³ waste water, containing nitrite, nitrate and some ammonia. This has to be treated as farm waste, which means storage and land application. Discharge to the sewage plant of the community is not a generally accepted system. Calculations of the costs show that the annual cost per pig place for the waste water are Df. 6.70 and Df 11.40 when the waste water can be applied on owned farm land. If this waste water has to be transported by the manure bank the costs will be Df. 20.70 and Df. 29.90. These costs are respectively for the heather/peat filter and the compost/bark one.

The conclusion must be that biofilters are not a practical solution for pig farms to reduce the ammonia emission from pig barns. This is based on the technical problems, the high investment level, the high annual costs and the extra problem of waste water.

1 INLEIDING

INTRODUCTION

1.1 De ammoniakproblematiek

Het overheidsbeleid is er op gericht in het jaar 2000 een reductie van de ammoniakuitstoot te bereiken van 50% tot 70% ten opzichte van 1980. De landbouw is verantwoordelijk voor circa 90% van de ammoniakuitstoot. Dit was in 1985 38,6% van de uitstoot van verzurende stoffen, uitgedrukt in zuurequivalenten¹, in Nederland.

Oudendag (1993) heeft berekend dat in 1990 27% van de ammoniakemissie in de landbouw (tabel 1) afkomstig is van de vleesvarkenssector. Hiervan is 11,2% afkomstig van stallen en opslag.

Ammoniak vormt een probleem omdat het één van de stoffen is die verzurend werkt. Verzuring vindt in hoofdzaak plaats doordat sommige stoffen, met name zwaveldioxyde (SO₂), stikstofoxyden (NO_x) en ammoniak (NH₃) door middel van een chemische reactie, respectievelijk zwavelzuur (H₂SO₄) en salpeterzuur (HNO₃) kunnen vormen. Voor ammoniak geldt dat het in eerste instantie neutraliserend op zuren inwerkt door omzetting in ammoniumverbindingen. In de bodem of oppervlaktewater zetten bacteriën dit weer om in salpeterzuur. Daarnaast kan ammonium (NH₄) in de bodem of in het

water door micro-organismen worden omgezet in nitraat. Hierbij worden per eenheid ammonium maximaal twee eenheden zuur (H⁺) gevormd (Heidemij, 1987).

Eén van de projecten die zijn opgestart om de ammoniakproblematiek aan te pakken is het PRaktijk Onderzoek PROject (PROPRO). De in PROPRO toegepaste technieken hebben betrekking op de ammoniakemissie uit stallen, mestopslagen en bij mestaanwending. Eén van de technieken die in het kader van ammoniakbeperking uit stallen is toegepast, is een biobed bij een vleesvarkensstal.

1.2 Doelstelling deelproject biobedden

Het onderzoek op de vleesvarkensbedrijven met biobedden wordt gezamenlijk uitgevoerd door Heidemij Adviesbureau, IMAG-DLO en het Proefstation voor de Varkenshouderij. Voor het gehele onderzoek zijn vijf thema's vastgesteld:

1. Inzicht in de technische mogelijkheden van luchtzuiveringsinstallaties in praktijk-situaties (mate van reductie in ammoniakemissie).
2. Inzicht in de bedrijfsinpasbaarheid van luchtzuiveringsinstallaties in praktijk-situ-

¹ Eén zuurequivalent is gelijk aan 32 gram zwaveldioxyde of 46 gram stikstofoxyden of 17 gram ammoniak (Ast, 1992)

Tabel 1: Ammoniakemissie in 1990 (in %) naar diersoort en emissieplaats (naar: Oudendag, 1993).

Table 1: Emission of ammonium in 1990 (in %) per animal and emissionplace (According to Oudendag, 1993).

	stal en opslag	uitrijden van mest	bij beweiding	totaal
vleesvarkens	11,2	15,5		27
fokvarkens	4,3	5,6		10
rundvee	16,1	20,6	87,	45
vleeskalveren	06,	06,		1
vleesvee	30,	64,		9
leghennen	30,	16,		5
slachtkuikens	15,	13,		3
totaal	40	52	9	100

- aties (benodigde activiteiten om de installatie draaiende te houden).
3. Inzicht in de gevolgen van luchtzuivering voor andere milieu-aspecten (productie van spuiwater, elektriciteits- en waterverbruik).
 4. Inzicht in de kosten van luchtzuivering (investeringskosten, vaste en variabele kosten, arbeidskosten, milieukosten).
 5. Inzicht in de houding van varkenshouders ten aanzien van luchtzuivering bij varkensstallen.

In het deelonderzoek dat is uitgevoerd door het Proefstation voor de Varkenshouderij wordt vooral aandacht besteed aan de bedrijfsinpasbaarheid (thema 2 en 4) van biobedden op vleesvarkensbedrijven. Ten aanzien van de bedrijfsinpasbaarheid worden de economische en arbeidstechnische gevolgen van biobedden voor het bedrijf geëvalueerd. Economische gevolgen hebben betrekking op veranderingen in opbrengsten dan wel kosten. Bij de kosten gaat het om de investeringskosten alsmede de variabele kosten. Ten aanzien van de gevolgen voor de arbeid wordt gekeken naar verandering in arbeidsbehoefte en de omstandigheden waarin die werkzaamheden moeten worden uitgevoerd.

De onderzochte vragen zijn:

- Wat is de invloed op de arbeidstijden en arbeidsomstandigheden?
- Wat is de invloed op het stalklimaat en de technische resultaten?
- Hoe hoog zijn de investeringskosten?
- Hoe hoog zijn de vaste en variabele kosten?

2 BIOBEDDEN BIOFILTERS

2.1 Het principe van een biobed

Een biobed is een bak gevuld met (organisch) vulmateriaal waar de te zuiveren stal-lucht door wordt geleid (Demmers, 1989). Een bevochtigingssysteem zorgt ervoor dat het vulmateriaal voldoende vochtig blijft. Geurcomponenten en ammoniak worden geabsorbeerd in de waterfilm, in het vulmateriaal. In het vulmateriaal bevinden zich de bacteriën die geurcomponenten en ammonium omzetten. De te behandelen lucht moet, voordat deze door het vulmateriaal wordt geleid, ontstoft en bevochtigd worden. Het water dat overblijft na het bevochtigen van het vulmateriaal en het eventueel doorspoelen van het vulmateriaal om de gevormde eindprodukten af te voeren, wordt spui genoemd.

2.2 De processen

Biobedden worden gebruikt om geur- en ammoniakemissie vanuit de stal te verminderen. Geurcomponenten uit de ventilatie-lucht worden door water geabsorbeerd, waarna ze door de bacterieflora worden afgebroken tot kooldioxide en water. Het kooldioxyde ontsnapt in de lucht. De afbraak van ammoniak verloopt in vier stappen:

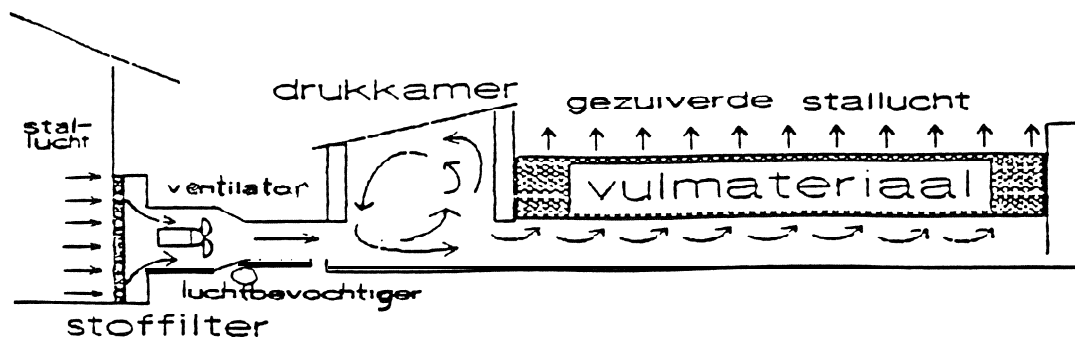
1. Ammoniak in de lucht wordt in water ingevangen ($\text{NH}_3, \text{lucht} \rightleftharpoons \text{NH}_3, \text{water}$). Dit proces verloopt sneller als de ammoniakconcentratie in het water laag is. Uit

literatuur is bekend dat absorptie van ammoniak het snelste verloopt bij een pH lager dan 7,8 (Demmers, 1989).

2. Ten dele reageert ammoniak met water. Ammoniak wordt daarbij gesplitst in loog en ammonium ($\text{NH}_3, \text{water} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$). Dit proces is een evenwichtsproces en uiteindelijk zal ammoniak zich in de vloeistof ophopen.
3. Ammonium wordt door specifieke micro-organismen (*Nitrobacter* spp.) omgezet in nitriet ($2 \text{NH}_4^+ + 3 \text{O} \rightarrow 2 \text{NO}_2^- + 4\text{H}^+ + 2 \text{H}_2\text{O}$). Hiervoor moet er voldoende zuurstof aanwezig zijn.
4. Nitriet wordt door specifieke micro-organismen (*Nitrosomonas* spp.) omgezet in nitraat ($2 \text{NO}_2^- + 1 \text{O} \rightarrow 2 \text{NO}_3^-$). Dit nitraat blijft in het vulmateriaal achter en remt het biologische proces. Nitrificerende organismen (organismen nodig voor stap 3 en 4) zijn namelijk gevoelig voor "hoge" concentraties van hun voedingsstoffen en van hun produkten, ammonium, nitriet en nitraat.

2.3 De bouw van een biobed

In deze paragraaf zullen kort de belangrijkste onderdelen van een biobed met hun functie worden beschreven. De belangrijkste onderdelen van een biobed zijn: het vulmateriaal, de drukkamer, het bevochtigingssysteem, de ventilator en het stoffilter. Figuur 1 geeft de diverse onderdelen van een biobed weer.



Figuur 1: Doorsnede van een biobed (naar: Smeets, 1990)
Figure 1: A cross section of the biofilter (Smeets, 1990)

Drukkamer:

De drukkamer is de ruimte die zorgt voor het afremmen van de luchtsnelheid om zo turbulentie onder het biobed te voorkomen. Verder zorgt de drukkamer voor een goede verdeling van de lucht onder het bed (Smeets, 1990).

Stoffilter:

Deze is nodig om de stallucht te filteren alvorens deze door het vulmateriaal gaat. Anders zou het vulmateriaal snel verstopen waardoor de weerstand toeneemt. Een hogere weerstand geeft een hoger elektriciteitsverbruik van de ventilatoren en kan het stalklimaat negatief beïnvloeden (Grimm en Ratschow, 1993). De stoffilter kan in de drukkamer of in de stal geplaatst worden.

Ventilator:

De ventilator zorgt ervoor dat de stallucht afgevoerd wordt naar het biobed en daar door het vulmateriaal wordt geduwd. De ventilator moet voldoende capaciteit hebben om de drukval over het filter te kunnen overbruggen. Doordat de ventilatiebehoefte en de drukval niet constant zijn, moet de ventilator goed regelbaar zijn.

Bevochtigingssysteem:

Het bevochtigingssysteem moet ervoor zorgen dat het vulmateriaal voldoende vochtig blijft. Dit kan op een directe wijze met behulp van sproeiers boven het vulmateriaal

of op een indirecte wijze door bevochtiging van de stallucht. Water heeft in een biobed een aantal functies, namelijk:

- medium waarin bacteriën kunnen groeien;
- ammoniak oplossen zodat de bacteriën het kunnen omzetten;
- voorkomen van kanaalvorming in het bed zodat geen ongezuiverde lucht het biobed verlaat;
- afvoeren van de overmatige N (restproducten van de omzettingen) in het bed.

Vulmateriaal:

Het vulmateriaal is een organisch materiaal waarop zich de bacteriën, die zorgen voor de omzetting van ammoniak en geurcomponenten, bevinden. Het homogene en luchtige vulmateriaal wordt in het biobed op een lattenbodem geplaatst zodat er lucht onderdoor kan. In dit onderzoek zijn twee soorten vulmaterialen meegenomen: een mengsel van compost en boomschors (foto 1) en een mengsel van heide en vezelturf (foto 2). Deze twee vulmaterialen onderscheiden zich in (Asseldonk en Voermans, 1989):

- de kosten: heide-turf is goedkoper;
- het drukverlies: heide-turf geeft minder drukverlies; hierdoor hoeft de ventilator minder druk te overwinnen;
- de belasting: compost-boomschors kan zwaarder belast worden waardoor het oppervlak van dit biobed iets kleiner kan zijn.



Foto 1: Vulmateriaal compost met boomschors.

Photo 1 Filtermaterial compost-bark.



Foto 2: Vulmateriaal heide met vezelturf.

Photo 2: Filtermaterial heath-peat.

3 MATERIAAL EN METHODEN MATERIAL AND METHODS

3.1 Beschrijving biobedden

Er zijn twee typen biobedden in het onderzoek opgenomen. De ombouw van beide biobedden is van beton. Hieronder volgt een beschrijving van de biobedden en de vleesvarkensbedrijven.

3.1.1 Biobed met compost-boomschors

Op een praktijkbedrijf is in november 1990 een biobed gevuld met compost-boomschors geplaatst bij een vleesvarkensstal. De stal met een volledig roostervloer bestaat uit zes afdelingen waarin per afdeling 100 vleesvarkens zijn gehuisvest. Het biobed heeft een reinigingscapaciteit van 53.000 m³ lucht per uur. In figuur 2 is schematisch het biobed met compost-boomschors weergegeven.

Het biobed is 4 bij 32 meter en is gevuld

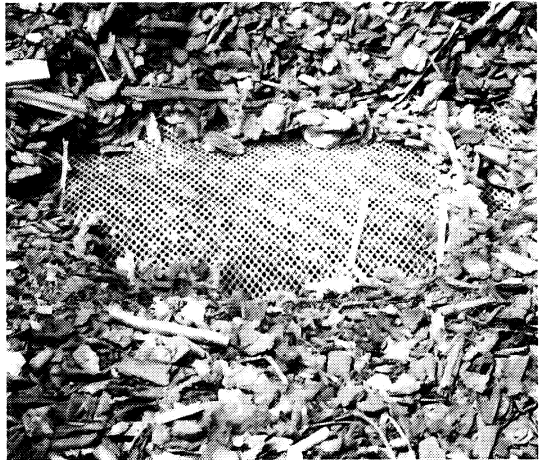
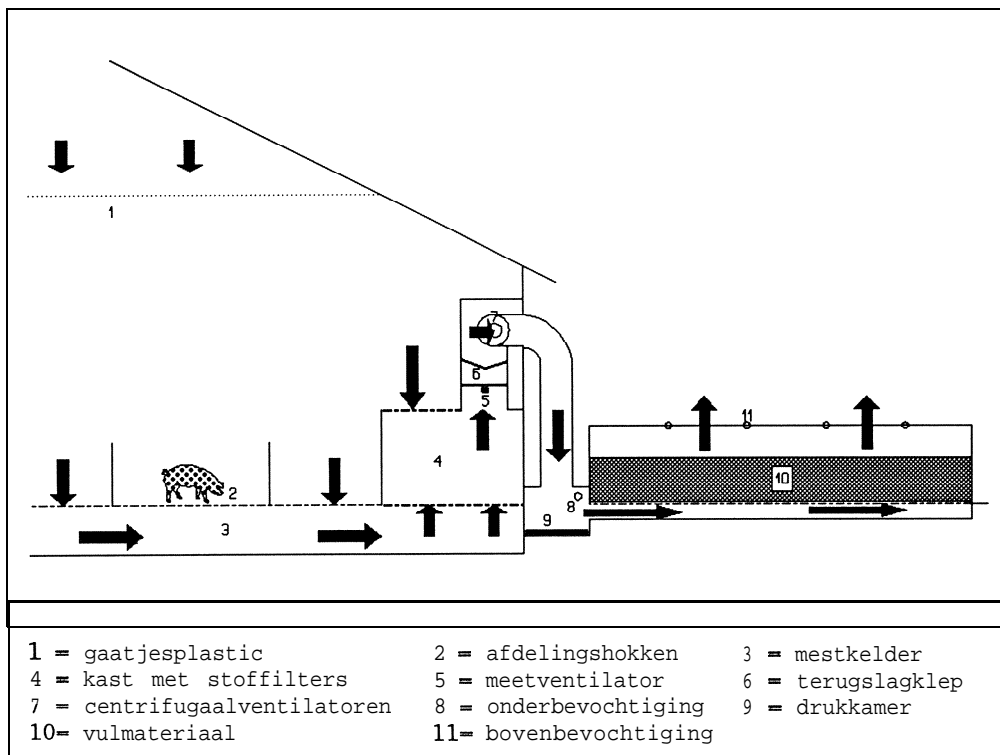


Foto 3: Compost-boomschorsmengsel op de Tensarmat.

Photo 3: Compost-bark on a Tensarmat.



Figuur 2: Schematische weergave van biobed gevuld met compost-boomschors (naar: Uenk et al., 1993)

Figure 2: Design biofilter with compost-bark (Uenk et al., 1993)

met 64 m³ Vamfil (circa 50 cm hoog). Vamfil is een mengsel van compost en boomschors. Het vulmateriaal ligt op een kunststofrooster met daaroverheen een Tensarmat (foto 3) die ervoor zorgt dat de fijne delen van het vulmateriaal niet wegspoelen. Het biobed is niet opgedeeld in compartimenten (zie figuur 3) waardoor alle afdelingen met elkaar in verbinding staan. Om te voorkomen dat de stallucht van een afdeling naar een lege afdeling gaat zijn de ventilatorkokers voorzien van een handmatig te bedienen terugslagklep.

Tussen het biobed en de stal bevindt zich een kanaal (de drukkamer) dat 1,2 meter breed en 32 meter lang is. De hoogte van het kanaal is 0,2 meter. In dit kanaal bevindt zich ook de sproeileiding met daarop nozzles (sproeiers die het water vernevelen) voor de bevochtiging van de lucht. De sproeier bevindt zich bij de plaats waar de ventilatorkoker aansluit op het kanaal. De sproeier is bereikbaar via een opening in de afdekplaat

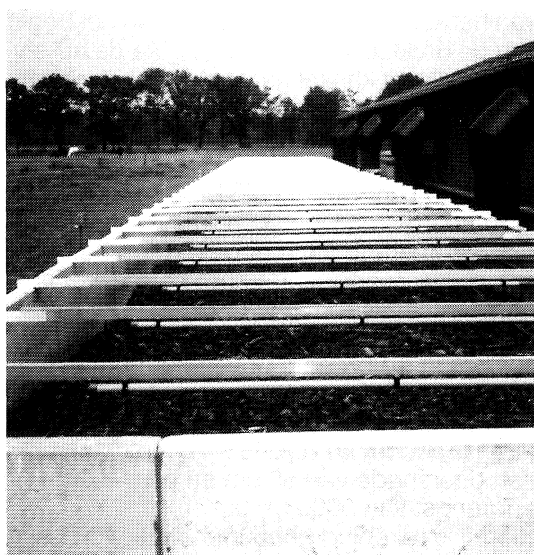
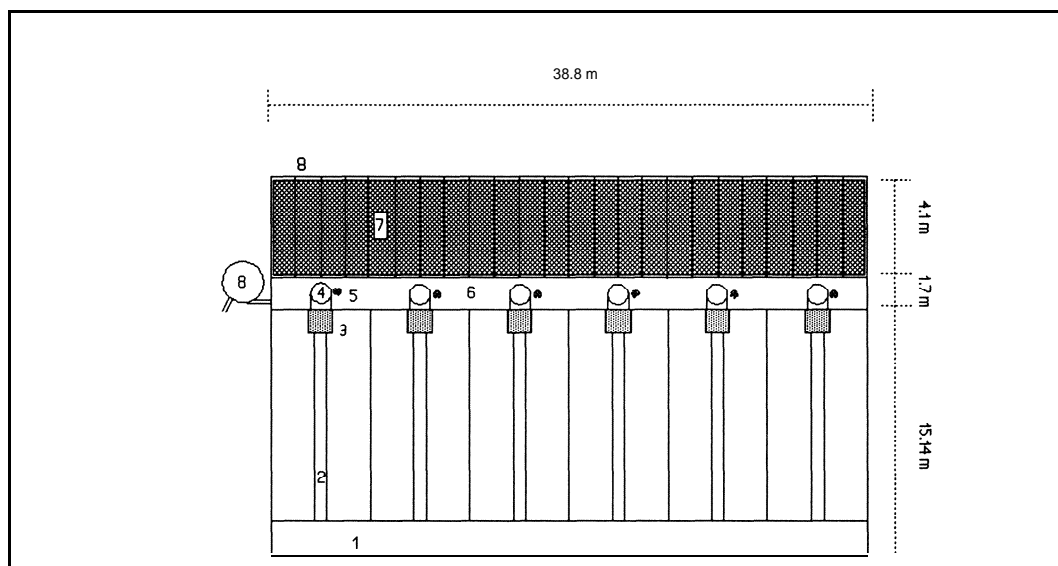


Foto 4: Bovenbesproeiing bij het biobed met compost-boomschors.

Photo 4: The sprinkler installation at the bio-filter with compost-bark.



- 1 = centrale gang; 2 = afdeling; 3 = stoffilterkast met ventilatoren;
 4 = geleidekanaal tussen ventilator en drukkamer;
 5 = controle luikjes voor bevochtiging; 6 = drukkamer;
 7 = bed met vulmateriaal; 8 = pompput.

Figuur 3: Bovenaanzicht van de stal en het biobed met compost-boomschors (naar: Uenk et al., 1993)

Figure 3: Fatteninghouse and the biofilter with compost-bark (Uenk et al., 1993)

van het kanaal. Daarnaast zit er aan het begin van de drukkamer een mangat. Via de hellende vloer in dit kanaal gaat het spuiwater naar de pompput. Vanuit de pompput wordt het spuiwater naar een mestkelder gepompt. Boven het biobed bevindt zich een sproeiinstallatie voor directe besproeiing van het biobed. In eerste instantie was dit een leiding op de rand van het biobed met daarop een drietal rondgaande sproeiers. Later is deze sproeiinstallatie vervangen door buizen met daaronder sproeiers. Deze buizen werden in de breedte boven het bed bevestigd, zoals op foto 4 is te zien.

Per afdeling zijn er twee centrifugaalventilatoren (Fancom D770/E650-4) geplaatst met een doorsnede van 50 cm en een opbrengst van 9000 m³/uur.

Hierbij is rekening gehouden met 140 Pascal tegendruk. Voor de ventilatoren bevinden zich in de stal per afdeling drie stoffilters van het type zakkenfilters. In bijlage 1 is informatie over de stoffilters weergegeven.

3.1.2 Biobed met heide-vezelturf

Het biobed gevuld met heide-vezelturf (foto

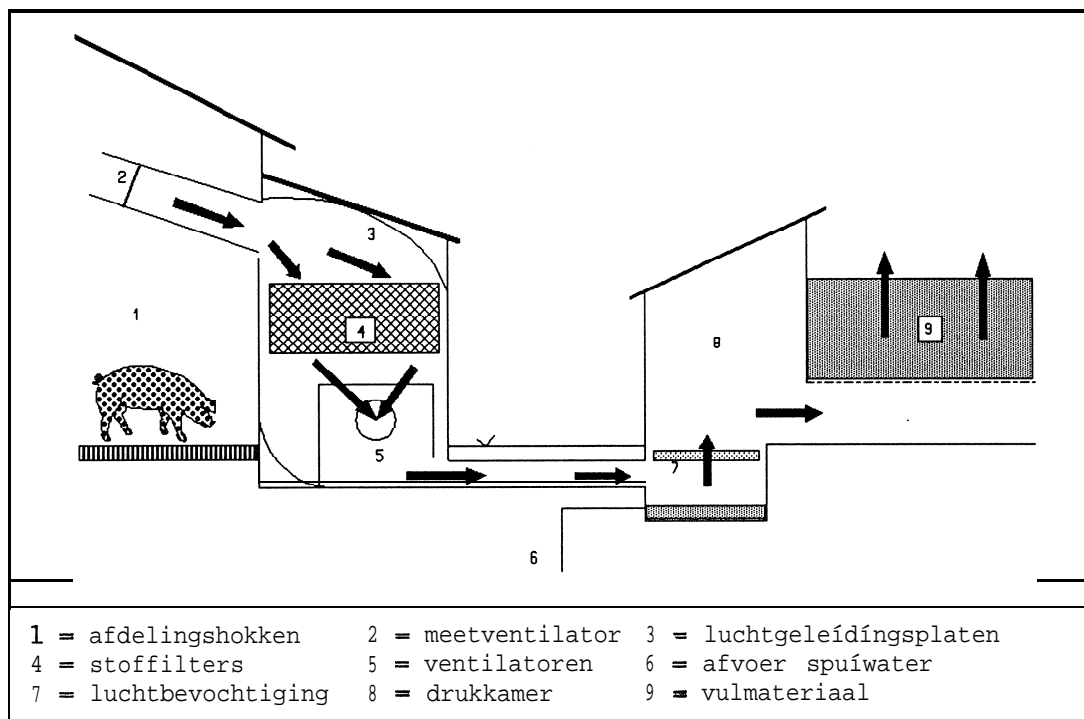


Foto 5: Biobed met heide-vezelturf in aanbouw; de ventilatorkokers zullen nog van het dak verdwijnen.

Photo 5: Bio filter with heath-peat under construction; the fan tube will be disappeared from the roof.

5) is in november 1990 geplaatst bij een praktijkbedrijf met vleesvarkens. De stal met een half roostervloer bestaat uit zeven afdelingen waarin per afdeling 90 vleesvarkens zijn gehuisvest. Het biobed is 7,5 meter breed en 35,5 meter lang. In figuur 4 is het biobed schematisch weergegeven.

Het vulmateriaal is een mengsel van turf en



Figuur 4: Schematische weergave biobed met heide-vezelturf (naar: Uenk et al., 1993)

Figure 4: Design biofilter with heath-peat (Uenk et al., 1993)

hei. In totaal is er 133 m³ vulmateriaal in het biobed gebracht (circa 60 cm hoog). Het vulmateriaal ligt op een lattenrooster, zoals op foto 6 is te zien. Het biobed is in drie compartimenten opgedeeld zoals te zien is in figuur 5. Aan het biobed is de drukkamer met een toegangsluik gebouwd. In deze drukkamer bevindt zich ook de luchtbevochtigingsinstallatie. In eerste instantie is per compartiment een ultrasone vernevelingsinstallatie geplaatst (foto 7). Hierbij wordt het water in trilling gebracht waardoor het water vernevelt en zich goed verdeelt in de stallucht. Later zijn deze vervangen door schotelvernevelaars. Doordat het water rondgedraaid wordt, vernevelt het water. Via de hellende vloer in de drukkamer komt het spuiwater in een pompput. Daarna wordt het spuiwater in de mestput onder de eerste afdeling gepompt. Tegen de stal aan is de stoffilterkast met toegangsluik geplaatst. In deze kasten bevinden zich de zakken-stoffilters (foto 8).

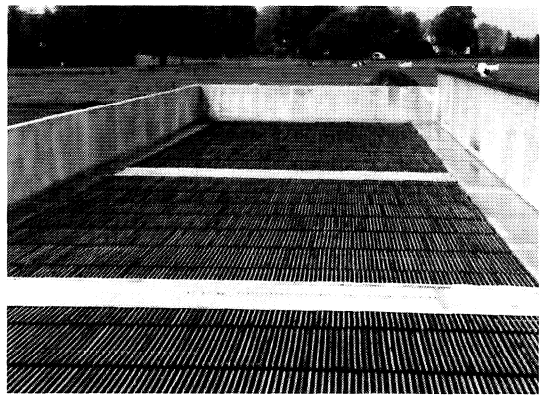
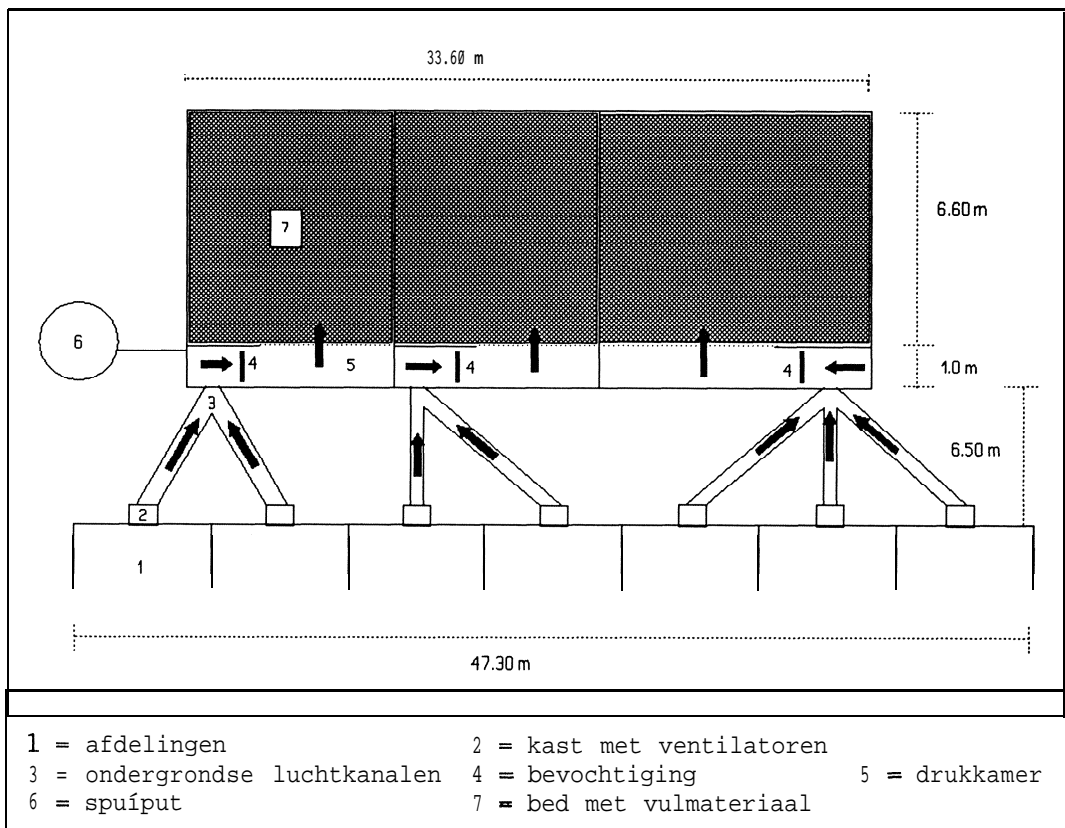


Foto 6: Lattenbodem in het biobed met heide-vezelturf.
Photo 6: The slatted base inside the bio filter with heath-peat.

Per afdeling is er een kast geplaatst met daarin vier zakkenfilters. Informatie over de stoffilters is in bijlage 1 opgenomen. De



Figuur 5: Bovenaanzicht van de stal en het biobed met heide-vezelturf (naar: Uenk et al., 1993)

Figure 5: Fatteninghouse and the biofilter with heath-peat (Uenk et al., 1993)

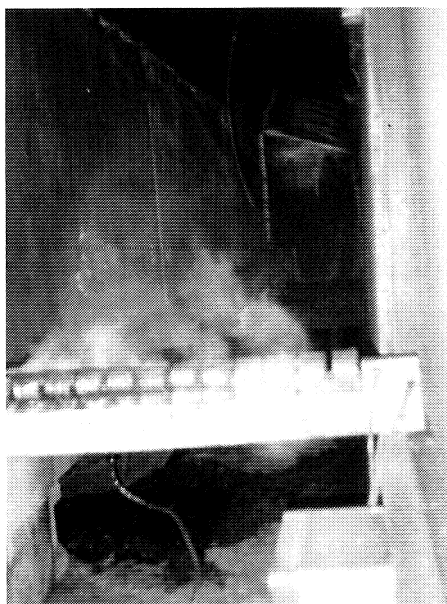


Foto 7: De ultrasone vernevelingsinstallatie.
Photo 7: The ultrasonic sprinker installation.

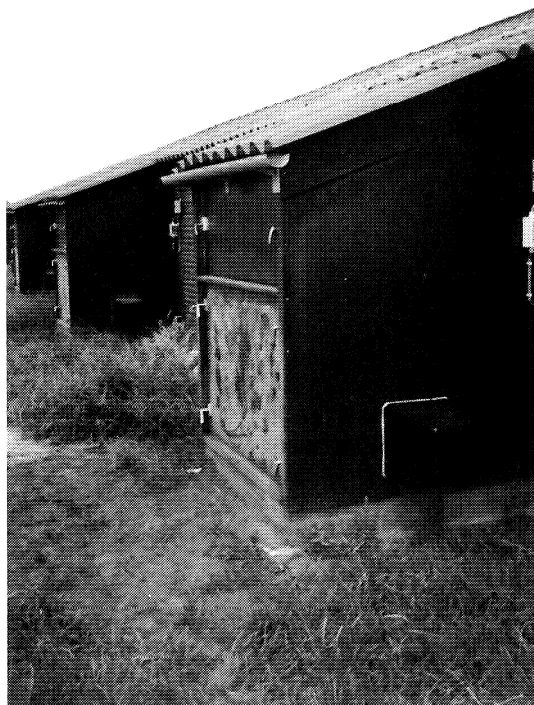


Foto 9: De stoffilterkast met de uitbouw voor de centrifugaalventilatoren.
Photo 9: The room for the dustfilters with extension for the centrifugal fan.



Foto 8: De stoffilterkast met de zakkenstof-filters.
Photo 8 The room for dustfilters and a dust-filter

stoffilterkast en de drukkamer staan met behulp van een vierkant kanaal met elkaar in verbinding. In de stal bevinden zich per afdeling twee axiaalventilatoren met een doorsnede van 50 cm (opgegeven capaciteit bij 140 pascal tegendruk 5980 m³/uur). De ventilatoren zijn in stalen buizen geplaatst. In deze buizen zit een handmatig te bedienen klep waardoor een ventilator afgesloten wordt. Later zijn deze ventilatoren vervangen door twee centrifugaalventilatoren (Fancom-CNM 400/D) die na de stoffilters zijn geplaatst (foto 9).

3.2 Het verzamelen en verwerken van gegevens

De vleesvarkensbedrijven zijn gedurende de periode van november 1990 tot september 1992 regelmatig bezocht. De waarnemingen die gedurende de onderzoeksperiode zijn verricht, hebben betrekking op:

- de benodigde arbeid en de arbeidsomstandigheden;
- veranderingen in het stalklimaat;

- verandering in de technische resultaten;
- de investeringskosten;
- de variabele en vaste kosten als gevolg van de investering.

3.2.1 Arbeid en arbeidsomstandigheden

Extra arbeid kan ondermeer nodig zijn voor het omzetten van het vulmateriaal om de tegendruk te verminderen, het reinigen van de stoffilter, de controle van het vochtgehalte van het vulmateriaal alsmede het verhelpen van storingen. De deelnemer geeft in een logboek aan waarvoor extra arbeid nodig was en eventueel hoeveel tijd dit vergt. In tabel 2 staan de werkzaamheden die in andere onderzoeken zijn gevonden weergegeven.

3.2.2 Stalklimaat en technische resultaten

Het stalklimaat kan door de installaties beïnvloed worden omdat ze tegendruk veroorzaken. Hierdoor wordt de gewenste ventilatiecapaciteit mogelijk niet bereikt. Als het stalklimaat beïnvloed wordt, worden mogelijk ook de technische resultaten beïnvloed.

3.2.3 Investeringskosten

De investeringskosten zijn bepaald aan de hand van de offertes zoals die voor de bedrijven uit het onderzoek gelden. Dit wil zeggen dat het de investeringskosten bij verbouwing betreffen. De kosten gelden voor de situatie zoals deze op het bedrijf is. Daarnaast worden de extra kosten berekend voor een nieuwbouw situatie. Voor een biobed is een zwaardere ventilator nodig. De extra kosten van een zwaardere ventilator zijn toegerekend aan het biobed.

3.2.4 Vaste en variabele kosten

In dit onderzoek gaat het om de extra

exploitatiekosten van een conventionele stal met een biobed ten opzichte van dezelfde conventionele stal zonder biobed. Bij de extra kosten gaat het om:

- de jaarkosten van de investering;
- het extra elektriciteitsverbruik van het biobed;
- het waterverbruik van het biobed;
- de extra arbeid nodig voor onderhoud en controle;
- de kosten voor opslag en afvoer van het spuiwater.

Elektriciteits-, waterverbruik en arbeidskosten

Om het elektriciteits- en waterverbruik te bepalen zijn aparte meters geplaatst waarvan de stand regelmatig werd vastgelegd. Perioden waarbij de biobedden niet goed functioneerden zijn buiten beschouwing gelaten. Bij de elektriciteitsmeters wordt het verbruik van de biobedden inclusief het verbruik van de ventilatoren gemeten. Aangezien in een conventionele stal ook elektriciteit nodig is voor ventilatie moet de hoeveelheid die normaal gesproken nodig is voor ventilatie in mindering worden gebracht. Aangenomen is dat het elektriciteitsverbruik voor ventilatie in een conventionele stal 21 kWh per varkensplaats per jaar bedraagt (Van 't Klooster, 1987). De elektriciteitsprijs waarmee gerekend wordt is $\text{f } 0,18$ per kWh (KWIN, 1992). Bij de watermeters wordt alleen de waterhoeveelheid gemeten die door het biobed op het bedrijf wordt verbruikt. Het gaat dan om de hoeveelheid water die afgevoerd wordt (spui) en de hoeveelheid water die uit het biobed verdampt. De waterprijs waarmee gerekend wordt is $\text{f } 1,20$ per m^3 (KWIN, 1992).

Tabel 2: Werkzaamheden voor een biobed aangegeven door Asseldonk en Voermans (1989) en Grimm en Ratschow (1993).

Table 2: *Activities for a biofilter from Asseldonk and Voermans (1989) and Grimm and Ratschow (1993).*

werkzaamheid	frequentie per jaar Asseldonk en Voermans	frequentie per jaar Grimm en Ratschow
omzetten bed	4	2 à 3
aanvullen vulmateriaal	1	1
reinigen stoffilters	1 à 2	3 à 4
doorspoelen bed		1
onkruid verwijderen	enkele malen	

De benodigde hoeveelheid extra arbeid is bij paragraaf "arbeid en arbeidsomstandigheden" bepaald. Het aantal uren extra arbeid dat de installatie vraagt, wordt vermenigvuldigd met een uurtarief van f 32,52 (Biggenprijsenschema, januari 1993).

Jaarkosten van de investering

Gebouwen en machines zijn duurzame produktiemiddelen. De kosten voor deze produktiemiddelen worden over de levensduur verdeeld. De jaarkosten van duurzame produktiemiddelen bestaan uit rente, onderhoud en afschrijving. De jaarlijkse afschrijving wordt als volgt berekend: (vervangingswaarde - restwaarde) / levensduur. De huidige vervangingswaarde van een produktiemiddel is gelijk aan de huidige aankoop prijs. De restwaarde wordt nihil verondersteld. Bij de levensduur onderscheidt men (Giessen et al., 1987):

1. de technische levensduur;
2. de relatieve technische levensduur;
3. de economische levensduur.

ad 1. Technische levensduur is de periode waarin het produktiemiddel de prestatie kan leveren waarvoor het geconstrueerd is. Deze varieert al naar gelang de omvang en aard van het gebruik, de mate van onderhoud enzovoort.

ad 2. De relatieve technische levensduur is verstreken als het produktiemiddel niet meer in staat is een prestatie te leveren van een zodanige kwaliteit en kwantiteit als het bedrijf eist.

ad 3. Onder economische levensduur wordt de periode verstaan waarin het produktiemiddel doelmatig in het bedrijf kan worden aangewend. Technische vooruitgang en wijziging van de marktomstandigheden of milieuwetten kunnen dus tot economische slijtage leiden.

In de praktijk wordt de levensduur vastgesteld naar de te verwachten relatieve technische levensduur. Voor milieu-investeringen geldt op dit moment dat de ontwikkelingen snel gaan. Hierdoor zal de economische levensduur korter zijn dan de relatieve technische levensduur. De exacte economische levensduur is moeilijk te voorzien. De afschrijving en de kosten voor onderhoud waarmee in dit onderzoek gerekend wordt, zijn in tabel 3 weergegeven.

De rentekosten worden berekend op basis van het gemiddeld geïnvesteerd vermogen. Het berekende rentepercentage is gebaseerd op de gemiddelde hypotheekrente van de afgelopen vijf jaar. In dit geval 7,8% (KWIN, 1992).

De jaarkosten van de biobedden worden berekend over de additionele investering, nodig bij het plaatsen van een biobed in een nieuwbouw situatie. Dit omdat dit onderzoek de extra kosten van een biobed ten opzichte van een conventionele stal zonder biobed beschrijft

Kosten afvoer en opslag spuiwater

De hoeveelheid spuiwater die ontstaat is niet bekend. De hoeveelheid spuiwater is te benaderen door de hoeveelheid water die

Tabel 3: Afschrijvings- en onderhoudspercentage van de verschillende onderdelen (in % van de vervangingswaarde).

Table 3: Depreciation and maintenance costs for the different parts (% of the replacement value).

	afschrijving	onderhoud
ventilator	13% ¹	2% ¹
stoffilter	33% ⁴	0% ⁴
ruwbouw inclusief overige	10% ²	1% ³

¹) Uit KWIN (1992)

²) Uit Nederlandse emissie richtlijnen (stafbureau-NER, 1993)

³) Uit Biggenprijsenschema, januari 1993

⁴) Schatting

wordt toegevoegd plus de hoeveelheid water die via neerslag op het biobed terecht komt te verminderen met de hoeveelheid water die uit het biobed verdampt. De hoeveelheid water die zou moeten worden toegevoegd is echter niet exact bekend. Eggels en Scholten (1989) hebben een schatting gemaakt van de hoeveelheid spuiwater die nodig is om een biobed te laten functioneren. De afvoerkosten van het spuiwater zullen op deze schatting worden gebaseerd. De afvoermogelijkheden van het spuiwater met de daarbij behorende kosten worden beschreven en zo mogelijk worden de afvoer- en opslagkosten berekend.

4 RESULTATEN

RESULTS

Gedurende de onderzoeksperiode hebben de biobedden nauwelijks storingvrij gefunctioneerd. Hierdoor zijn er geen representatieve resultaten ten aanzien van het stalklimaat en de technische resultaten verkregen.

4.1 Samenvatting van de logboeken

Biobed met compost-boomschors

In november 1990 werden de volgende gebreken geconstateerd aan het biobed met compost-boomschors:

- onvoldoende druk op de leidingen voor de onderbevochtiging in de drukkamer; deze sproeiers verstopten ook snel;
- de stoffilters moeten minimaal elke week gereinigd worden;
- bevestiging van de luchttransportkokers aan de buitenmuur is niet voldoende stevig, waardoor deze van de muur afgedrukt worden;
- problemen met het afstellen van de ventilatoren.

In december 1990 is het ventilatiegedeelte aangepast. Hiervoor was het tevens nodig de elektriciteitsinstallatie te verzwaren. In maart 1991 is uiteindelijk het biobed opgeleverd. Bij de oplevering werden de volgende punten geconstateerd:

- bevestiging van de luchttransportkokers aan de buitenmuur en aan de drukkamer is niet voldoende;
- de onderbesproeiing bereikt niet het gehele biobed; de sproeiers verstopten snel;
- de bovenbesproeiing kan niet voldoende functioneren.

Eind februari 1991 zijn de stoffilters aan vervanging toe. Dit wordt mede veroorzaakt door het met water reinigen van de filters. De stoffilters werden vervangen maar doordat ze minimaal elke week gereinigd moesten worden kostte dit de varkenshouder te veel tijd en daarom heeft hij ze na circa één maand weer verwijderd.

Half april 1991 heeft de varkenshouder gaten in het vulmateriaal gemaakt omdat er onvoldoende geventileerd kon worden. Het

vulmateriaal in het biobed was door het niet gebruiken van de stoffilters en de slecht werkende bevochtiging dichtgeslibd met stof. De tegendruk nam hierdoor toe waardoor de ventilator zijn lucht niet kwijt kon. Het gevolg was dat het controleluik van de drukkamer weggedrukt werd. Hetzelfde gebeurde met de bevestiging van de luchttransportkokers.

Half juni 1991 is advies ingewonnen bij een bedrijf dat gespecialiseerd is in klimaatbeheersing. In eerste instantie werd de onderbevochtiging aangepast. Daarnaast werd een nieuwe leiding met sproeiers en een hogedrukpomp geïnstalleerd (capaciteit 15 liter per uur), waardoor de sproeiers niet meer verstopten. In januari 1992 is het vulmateriaal uit het biobed gehaald, gehomogeniseerd en bevochtigd. Hierna is het teruggeplaatst in het biobed. Vervolgens heeft het biobed circa 3,5 maanden gefunctioneerd, maar het vulmateriaal droogde langzaam uit. Begin mei 1992 werd het biobed dan ook opnieuw voorzien van gaten omdat er onvoldoende geventileerd kon worden. De onderste 10 cm van het vulmateriaal was hard en bevatte veel stof (stoffilters werd niet gebruikt). Boven het biobed werd een bovenbevochtiging aangebracht die geregeld werd met een tijdschakelaar. Deze tijdschakelaar werd zodanig ingesteld dat het vulmateriaal (visueel) voldoende vochtig bleef. Aan het einde van de meetperiode heeft het biobed nog circa drie maanden gefunctioneerd. Daarna is de vulmateriaalhoogte gehalveerd en is er een noodklep aangebracht die opengaat als er onvoldoende geventileerd kan worden.

Terugkijkend heeft het biobed met compost-boomschors gedurende een korte periode, van januari 1992 tot en met april 1992, gefunctioneerd. De problemen met het biobed hadden met name betrekking op de ventilatie. Naast de hoge tegendruk van het vulmateriaal speelde ook het dichtvallen van de regelklep in de ventilatorkoker een rol. Als er weinig lucht door de koker wordt verplaatst, vallen de kleppen uit zichzelf dicht. Hierdoor kan er geen lucht uit de afdeling totdat de kleppen weer open worden gezet.

Ook de stoffilters zorgen voor een tegendruk. Als deze niet gebruikt worden komt het stof in het vulmateriaal waardoor de tegendruk in het vulmateriaal toeneemt.

Biobed met heide-vezelturf

Het biobed met heide-vezelturf is 1 november 1990 opgeleverd. In eerste instantie waren er veel stroomstoringen, maar nadat de hoofdzekering was verzwaaard van 35 naar 50 ampère was dit probleem opgelost. Daarna volgden problemen met betrekking tot de ventilatie. De ventilatorkokers werden aangepast en de vele bochten in het systeem werden afgerond. Dit was niet voldoende om de gewenste ventilatiecapaciteit te behalen. Eind maart 1991 zijn de controle luiken van de drukkamer opengezet waardoor het biobed buiten werking werd gesteld.

In januari 1992 werden er centrifugaalventilatoren geplaatst in de stoffilterkast. Hiervoor was het tevens noodzakelijk het elektriciteitsnet verder te verzwaken naar 80 ampère. De fabrikant had liever het biobed tegen de stoffilterkasten geplaatst zodat de luchtkanalen niet meer noodzakelijk waren. Deze luchtkanalen waren aangebracht omdat aan deze zijde van de stal de mestafvoerpunten zitten.

Het biobed functioneerde, maar nog steeds niet storingvrij omdat de centrifugaalventilatoren te warm werden. Half juni 1992 werden de ventilatoren opnieuw ingeregeld en werd tevens de ultrasone bevochtiging vervangen door schotelvernevelaars. Het bedrijf bleef echter geteisterd worden door stroomstoringen. Begin 1993 is het biobed op verzoek van de varkenshouder afgebroken.

4.2 Arbeid en arbeidsomstandigheden

Storingen

Het biobed met compost-boomschors heeft door technische problemen en ontwerpfouten bij de aanleg nooit goed kunnen functioneren. Gedurende de onderzoeksperiodes zijn dan ook tal van storingen geconstateerd die met name betrekking hadden op de ventilatie. Daarnaast waren er problemen met het verstoppelen van de sproeiers en met de pomp in de pompput. Het verstoppelen van de sproeiers was opgelost op het moment dat er een hydrofoor (capaciteit 15 liter per uur) werd geplaatst.

Ook het biobed met heide-vezelturf had gedurende de onderzoeksperiode een aansluiting van storingen. De problemen hadden ook hier met name betrekking op de ventilatie. Door een hoge drukval neemt de belasting op het ventilatiesysteem toe met als gevolg dat er frequent storingen optreden aan het elektrische gedeelte. Daarnaast lekten de koppelingen van de waterleiding voor de bevochtigingsinstallatie.

Controle

Gedurende de onderzoeksperiode is gebleken dat het controleren van de vochtigheid van het vulmateriaal van groot belang is voor het functioneren van het biobed. Uenk et al. (1993) geven aan dat het mogelijk is met temperatuursensoren in de drukkamer en in het vulmateriaal de uitdroging van het vulmateriaal te volgen in de tijd. Op basis van deze waarnemingen lijkt het mogelijk de bovenbevochtiging computermatig te sturen. Hierdoor zou het controleren van de vochtigheid van het bed nauwelijks arbeid vergen. Wel moeten de sproeiers op verstoppingen gecontroleerd worden. Daarnaast zullen de temperatuursensoren zo nu en dan gereinigd moeten worden. Hoeveel tijd dit zal vergen is niet bekend.

Daarnaast is het noodzakelijk dat het stalklimaat nauwlettend in de gaten wordt gehouden. Als het biobed normaal functioneert zal de tegendruk van het systeem in de loop van de tijd toenemen door onder andere stofafzetting in de stoffilters en in het biobed. De ventilatiecapaciteit zal met de toename van de tegendruk afnemen. Als de ventilatiecapaciteit te laag wordt (het stalklimaat verslechtert dan) moeten in eerste instantie de stoffilters gereinigd worden. Als dit niet voldoende effect heeft, dan moet het biobed omgezet worden.

Arbeid voor onderhoud

Om het biobed goed te laten functioneren is gebruik van een stoffilter noodzakelijk. De stoffilters moesten bij het biobed met compost-boomschors elke vijf dagen gereinigd worden. Op dit bedrijf vergde het reinigen van alle stoffilters, met behulp van een stofzuiger, 45 minuten per keer. Op jaarbasis betekent dit dat het reinigen van de stoffilters per varkensplaats 5,5 minuten vergt. De stoffilters bij het biobed met heide-turf-vezel moesten minimaal één maal per week

gereinigd worden. Om alle stoffilters te reinigen met een stofzuiger was 1,5 uur nodig. Per varkensplaats per jaar betekent dit een arbeidsbelasting van 7,4 minuten.

Beide varkenshouders hebben ervoor gekozen om de stoffilters te verwijderen en indien noodzakelijk het biobed met een kraan te laten omzetten. Het IMAG-DL0 concludeert uit hun metingen dat het biobed met compost-boomschors bij het niet gebruiken van de stoffilters éénmaal in de twee maanden moet worden omgezet. Het omzetten met een kraan kost circa één uur per keer. Op jaarbasis is dit per varkensplaats 0,6 minuten. Het omzetten van het biobed met heide-vezelturf, met behulp van een kraan, duurde 1,5 uur per keer. Echter de frequentie is niet gebleken uit het onderzoek.

Volgens Asseldonk en Voermans (1989) zal ook enkele malen per jaar onkruid van het biobed geplukt moeten worden. Dit vergt circa 0,5 minuten per varkensplaats per jaar. Daarnaast moet de ventilator regelmatig gereinigd worden om vermindering van de luchtopbrengst te voorkomen. Tevens moet het vulmateriaal éénmaal per jaar aangevuld worden.

4.3 Investeringskosten

Biobed met compost-boomschors

Een samenvatting van de offerte van het biobed met compost-boomschors exclusief

de extra onder- en bovenbesproeiing op dit bedrijf is in tabel 4 gegeven.

Uit tabel 4 blijkt dat de investering per varkensplaats circa f 405,- bedraagt. Als dit biobed in een nieuwbouwsituatie zou worden geplaatst hoeft men geen ombouwkosten te rekenen. Voor de ventilatoren hoeft niet het volledige bedrag worden berekend. Normaal zouden bij deze stal per afdeling twee axiaalventilatoren met een doorsnee van 55 cm geplaatst worden. Een verzwaring van het elektriciteitsnet is zonder biobed ook niet nodig. De meerkosten voor de elektrische installatie die men nu kan toerekenen zijn de kosten voor de centrifugaalventilatoren (f 25368) plus de verzwaring van het net (f 12000,-) minus 12 axiaalventilatoren à f 700,- (KWIN, 1992). In totaal bedragen de kosten bij nieuwbouw inclusief de besproeiing dan f 171986,18 of f 287,- per vleesvarkensplaats.

Biobed met heide-vezelturf

In tabel 5 staan de investeringskosten van het biobed gevuld met heide-vezelturf. De investering bedraagt f 342,- per varkensplaats.

Bij nieuwbouw zal de investering circa f 252,- per varkensplaats bedragen. Dit omdat alleen de meerkosten van de 14 centrifugaalventilatoren (à circa f 2000,-) plus de verzwaring van het elektriciteitsnet (f 15.594,-) minus 14 axiaalventilatoren

Tabel 4: Investeringskosten biobed met compost-boomschors in een verbouwsituatie voor 600 vleesvarkensplaatsen (guldens, exclusief BTW)

Table 4: *Investment costs biofilter with compost-bark for rebuilt pig houses (guilders per 600 fattening pigplaces, exclusive VA T)*

post	guldens
Vamfi163 m ³	15231,50
rooster inclusief tensarmat	7375,25
stoffilter inclusief ombouw	16959,-
loodgieterswerk inclusief de pompput en de bevochtigingsinstallatie	
boven en onder	7210,-
extra onderbesproeiing	14460,-
extra bovenbesproeiing	8282,-
elektrische installatie inclusief centrifugaalventilatoren en verzwaring	
elektriciteitsnet	98134,20
beton en grondwerk	73500,43
ombouwkosten	1836,-
totaal	242988,38

doorsnee 45 cm (à f 700,-) aan het biobed worden toegerekend. Daarnaast zijn er geen ombouwkosten.

4.4 Vaste en variabele kosten

De kosten voor het biobed met compost-boomschors zijn gebaseerd op de periode januari tot en met april 1992. Bij het biobed met heide-vezelturf zijn de resultaten gebaseerd op de periode januari tot en met juli 1992.

Elektriciteit

In de periode van 22 januari 1992 tot en met 15 april 1992 was het gemiddelde elektriciteitsverbruik van het biobed met compost-boomschors inclusief ventilatoren 157 kWh per dag. Per varkensplaats per jaar betekent dit een verbruik van 95,4 kWh. Het extra elektriciteitsverbruik komt dan op 74,4 kWh per varkensplaats per jaar oftewel f 13,39 per varkensplaats per jaar. In werkelijkheid zal het elektriciteitsverbruik per jaar hoger zijn omdat hier alleen is gemeten in de wintermaanden, in de zomermaanden zal de ventilatiebehoefte stijgen en daarmee ook het elektriciteitsverbruik.

Het elektriciteitsverbruik van het biobed met heide-vezelturf, exclusief de bevochtigingsinstallatie, is gemeten in de periode van 17 januari tot en met 24 juni 1992. Het elektriciteitsverbruik van de bevochtigingsinstallatie

is gemeten in de periode van 26 februari tot en met 17 juli 1992.

Het elektriciteitsverbruik van de centrifugaalventilatoren staat samen met de gemiddelde buitentemperatuur in de Bilt (KNMI, 1992) weergegeven in figuur 6. Uit deze figuur blijkt dat er een tendens is van een hoger elektriciteitsverbruik door de ventilatoren bij een stijgende buitentemperatuur. Het gemiddelde elektriciteitsverbruik per varkensplaats per dag voor ventilatie bedroeg in de meetperiode 0,3 kWh. Dit betekent dat de extra elektriciteitskosten per varkensplaats per jaar voor ventilatie f 15,82 (circa 88 kWh) bedragen. De ultrasone bevochtiging verbruikte per varkensplaats per dag circa 0,05 kWh. Op jaarbasis betekent dit een extra elektriciteitsverbruik van f 3,25. In totaal is het elektriciteitsverbruik per varkensplaats per jaar dan f 19,07 of 106 kWh.

Het elektriciteitsverbruik van de schotelvernevelaars is niet gemeten omdat de meter stuk was.

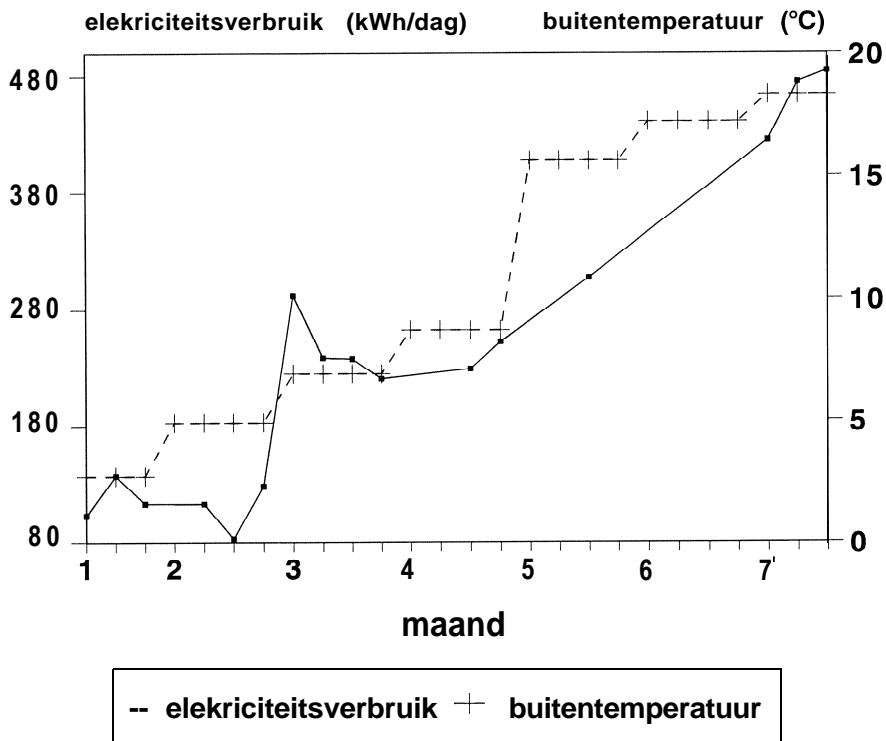
Water

Het waterverbruik van het biobed met compost-boomschors was 0,92 m³ per dag. Per varkensplaats per jaar is dit 0,56 m³ oftewel f 0,67. Het waterverbruik, zoals hier is weergegeven, is geen goede afspiegeling. Ten eerste gaat het hier alleen om het waterverbruik van de onderbesproeiing nadat het aantal sproeiers was verdubbeld. De

Tabel 5: Investering biobed met heide-vezelturf in een verbouwsituatie bij gebruik van luchtkanalen onder de grond (guldens per 630 vleesvarkensplaatsen, exclusief BTW).

Table 5: Investment costs biofilter with heath-peat for rebuilt pig houses with an underground air duct (guilders per 630 fattening pigplaces, exclusive VAT)

post	guldens
sloop- en herstelwerkzaamheden	3046,-
vulmateriaal: 133 m ³ hei-turf	17054,-
ventilatiesysteem en aansluiting	87404,-
ultrasone bevochtigingsinstallatie	15118,-
voorzieningen voor spui-afvoer (pompput, leidingen)	8675,-
luchtkanalen	15549,-
grondwerk	3570,-
ruwbouwbiobed inclusief drukkamer en de roosters exclusief stoffilterkast en luchtkanalen	51185,-
stoffilterkast en stoffilters	14049,-
totaal	215650,-



Figuur 6: Het elektriciteitsverbruik (in kWh/dag) van de centrifugaalventilatoren bij het biobed met heide-vezelturf in relatie met de gemiddelde buitentemperatuur in de Bilt (maandgemiddelde).

Figure 6: Use of electricity from the centrifugal fan at a biofilter with heath-peat in relation to outside temperature (kWh/day)

bovenbesproeiing is niet meegenomen. Ten tweede is dit het waterverbruik in de wintermaanden. Gedurende de wintermaanden droogde het bed reeds langzaam uit, waardoor het werkelijke verbruik in de winter hoger zal zijn. In de zomermaanden verdampst er meer water uit het biobed waardoor het waterverbruik nog hoger zal zijn.

Het waterverbruik voor de ultrasone bevochtiging bij het biobed met heide-vezelturf bedroeg 74,3 m³ in de periode 15 mei 1992 tot en met 24 juni 1992. Dit betekent dat er per varkensplaats per dag 1,68 liter water wordt verbruikt. Op jaarbasis is dit 615 liter of 0,74 per varkensplaats. Echter uit metingen is gebleken dat het waterverbruik onvoldoende was om het vulmateriaal vochtig te houden. In werkelijkheid zal het waterverbruik dan ook hoger zijn. Het waterverbruik van de schotelvernevelaars is niet bekend.

Jaarkosten van de investering

Bij jaarkosten van de investering gaat het om afschrijving, rente en onderhoud in de nieuwbouwsituatie. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de ventilator, de stoffilter en de ombouw inclusief besproeiing. Bij de ventilator worden de kosten berekend over de meerprijs. Naast deze jaarkosten gaan Asseldonk en Voermans (1989) uit van 10-15% bijvullen van het vulmateriaal per jaar. Grimm en Ratschow (1993) noemen 510% bijvullen per jaar. Na 1,3 jaar was van de oorspronkelijke 60 cm heide-vezelturf nog maar circa 40 cm aanwezig. Dit zou betekenen dat er per jaar circa 25% bijgevuld zou moeten worden. De afname in vulmateriaal wordt veroorzaakt door inklinking en langzame vertering van het vulmateriaal. Het is mogelijk dat de droge omstandigheden de oorzaak zijn van deze snelle afname. In dit onderzoek wordt gerekend met 10% bijvullen per jaar.

In tabel 6 staan de jaarkosten van de investering in een biobed met compost-boomschors weergegeven. De jaarkosten van de investering bedragen per varkensplaats per jaar **f** 35,57 (exclusief BTW) en **f** 42,15 (inclusief BTW).

In tabel 7 staan de onderhouds-, rente- en afschrijvingskosten in een nieuwbouwsituatie voor een biobed met heide-vezelturf weergegeven. De jaarkosten van de investering bedragen **f** 34,74 (exclusief BTW) en **f** 41,17 (inclusief BTW) per varkensplaats.

Totale extra kosten

Een benadering van de extra kosten voor de biobedden, exclusief de opslag en afvoer van het spuiwater, zijn in tabel 8 weergegeven. De extra kosten per varkensplaats bedragen bij een biobed met compost-boomschors **f** 62,- per jaar. De extra kosten per varkensplaats bedragen **f** 69,- per jaar voor een biobed met heide-vezelturf.

4.5 Afvoer en opslag van het spuiwater

De hoeveelheid spuiwater

De hoeveelheid spuiwater die ontstaat kon gedurende dit onderzoek niet worden vastgesteld. Eggels en Scholten (1989) hebben een schatting gemaakt van de hoeveelheid spuiwater die nodig is om een biobed goed te laten functioneren. Hun schatting is gebaseerd op een biobed bij een afdeling van 80 vleesvarkens. Onderscheid wordt gemaakt tussen een stal met een half roostervloer en een stal met een volledig roostervloer. Dit in verband met de ammoniakuitstoot en dus de belasting van het biobed. In tabel 9 staan de resultaten van deze schatting. Als we van deze schatting uitgaan dan zal de spuihoeveelheid bij het biobed met compost-boomschors, dat geplaatst is bij een stal met een volledig roostervloer circa 0,94 m³/varkensplaats/jaar bedragen. Bij het biobed met heide-vezelturf, dat geplaatst is bij een stal met een half roostervloer zal de

Tabel 6: Rente, afschrijving en onderhoud (inclusief bijvullen vulmateriaal) per varkensplaats per jaar voor een biobed met compost-boomschors (in guldens/plaats/jaar, exclusief BTW).

Table 6: Interest, depreciation and maintenance for a biofilter with compost-bark (guilders per pig place per year, exclusive VAT).

post	kosten
stoffilter: f 4396,-/600 x 0,369	2,70
ventilator: (f 25368 - f 8400)/600 x 0,189	5,34
ombouw, sproeiinstallatie enz.: f 106126,88/600 x 0,149	24,99
vulmateriaal bijvullen: 0,10 x f 15231,50/600	2,54
totaal per varkensplaats per jaar	35,57

Tabel 7: Rente, afschrijving en onderhoud (inclusief bijvullen vulmateriaal) per varkensplaats per jaar voor een biobed met heide-vezelturf (in guldens/plaats/jaar, exclusief BTW).

Table 7: Interest, depreciation and maintenance per pig place per year for a biofilter with heath-peat (guilders per pig place per year, exclusive VAT).

post	kosten
stoffilter: f 2832,30/630 x 0,369	1,66
ventilator: (f 28000 - f 9800)/630 x 0,189	5,46
ombouw, sproeiinstallatie enz.: f 105313,70/630 x 0,149	24,71
vulmateriaal bijvullen: 0,10 x f 17054,-/630	2,71
totaal per varkensplaats per jaar	34,74

spuihoeveelheid circa 0,55m³/varkens-plaats/jaar bedragen. Als het biobed met compost-boomschors ook bij een stal met een half roostervloer geplaatst dan zou de spuihoeveelheid ongeveer gelijk zijn aan die van het biobed met heide-vezelturf.

Kosten afvoer en opslag spuiwater
Uit het lozingsbesluit bodembescherming (staatsblad 217, 1990) blijkt dat overige vloeistof (waaronder spuiwater), vloeistof niet zijnde huishoudelijk afval of koelwater, niet geloosd mag worden in de bodem. Bij het spuiwater wordt dit veroorzaakt doordat er nitraat en ammonium en eventueel nitriet in aanwezig is. Doordat maar gedurende een korte periode gemeten is bij de biobedden kunnen geen uitspraken worden gedaan over de samenstelling van het spuiwater. Asseldonk en Voermans (1989) hebben in het spuiwater nitriet, nitraat en ammonium gevonden. Nitriet is giftig voor

mens en dier waardoor het spuiwater niet als reinigingsvloeistof gebruikt kan worden. In theorie zijn er op dit moment drie mogelijkheden om het spuiwater af te voeren: het spuiwater lozen op de riolering, het spuiwater bij de mest voegen, of het spuiwater apart opslaan en daarna afvoeren naar eigen land of de zuiveringsinstallatie. In tabel 10 staan de kosten van de spuiwater-afvoer en opslag voor beide biobedden weergegeven.

Afvoer naar de riolering

Bij afvoer van spuiwater naar de riolering gelden de volgende kostenposten:

1. aanlegkosten rioleringsunit, inclusief controleput en opslagruimte;
 2. apparatuur (pomp etc.);
 3. lozingsrechten of zuiveringsheffing;
 4. rioolrecht (IKC-veehouderij, 1992).
- Alvorens naar de kosten te kijken is het belangrijk om in te schatten wat de kans is

Tabel 8: De additionele kosten, exclusief afvoer en opslag van het spuiwater, voor beide biobedden (in guldens per varkensplaats per jaar).

Table 8: Additional costs (excluding disposal costs and storage of washing water) for both biofilters (guilders per pig place per year).

post	compost-boomschors	heide-vezelturf
jaarkosten van de investering (inclusief BTW)	42,15	41,17
elektriciteit ^A	13,39	19,07
water ^A	0,67	0,74
arbeid	5,42 ^B	8,13 ^C
totaal	61,63	69,11

^A) Deze zal in de praktijk hoger liggen, omdat hier gedurende de wintermaanden is gemeten,

^B) In totaal 10 minuten per plaats per jaar; bestaande uit 5,5 minuten reinigen stoffilters, 3 minuten omzetten van het bed*, 0,5 minuut onkruid verwijderen* en controle.

^C) In totaal 15 minuten per plaats per jaar; bestaande uit 7,4 minuten reinigen stoffilters, 5,7 minuten omzetten van het bed*, 0,7 minuut onkruid verwijderen* en controle.

^{*}) Gebaseerd op Asseldonk en Voermans (1989); vier maal per jaar handmatig omzetten.

Tabel 9: Geschatte spuihoeveelheid die nodig is om een biobed goed te laten functioneren bij een afdeling met 80 vleesvarken (m³/jaar) (naar: Eggels en Scholten, 1989)

Table 9: Estimated disposal water volume for the biofilter with heath-peat and the biofilter with compost-bark for 80 pigplaces (m³ per year) (Eggels en Scholten, 1989)

heide-turfvezel		compost - boomschors	
half rooster	volledig rooster	half rooster	volledig rooster
43,8	77,8	40,8	74,8

dat men het spuiwater op de riolering mag lozen. In het model lozingsverordening riolering van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, zijn geen bepalingen opgenomen, die het lozen van stikstofhoudende stoffen verbieden. Echter de Waterschappen/Zuiveringsschappen kunnen aanvullen de voorschriften opleggen (Bionet Milieutechniek, 1990). Zo blijkt de Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant voorlopig het spuiwater niet te accepteren. Het spuiwater bevat naar verwachting veel N waardoor de zuiveringsinstallaties moeite krijgen met de stikstofeis die gesteld wordt aan het water dat uit een zuiveringsinstallatie komt. De stikstofkwaliteitsparameter vormt in de huidige oppervlaktewatersituatie reeds op tal van plaatsen een knelpunt, met het oog op zowel de Noord-Brabantse Basiskwaliteit-norm van 3 mg/l voor $\text{NH}_4\text{-N}$, als ook op de landelijke-basiskwaliteitsnorm van 1mg/l. Iedere uitbreiding van de $\text{NH}_4\text{-}$ stikstof staat derhalve op gespannen voet met de toekomstige doelstellingen van de waterkwaliteit. Ook voor stikstof in nitraat vorm, de norm voor nitraat- en nitriet-N bedraagt 15 mg/l, is slechts beperkte ruimte (GTD Oost-Brabant, 1989). Om een indruk

te geven van de eisen die de Gemeenschappelijke Technologische Dienst stelt zijn in bijlage 2 de indicatieve lozingseisen voor effluent mestverwerking bij lozing op de rioolwaterzuiveringsinrichting of afvalwaterpersleiding opgenomen. Toetsing van de aanvaardbaarheid van het effluent dient per rioolwaterzuiveringsinrichting plaats te vinden met het oog op het effect op de kwaliteit van het ontvangende water.

Mocht men het water wel accepteren dan kan met behulp van de volgende formule het aantal vervuilingseenheden (Le) worden berekend (projectgroep spoelwater, 1991):

i.e.= $Q/136 \times (\text{CZV} + 4,57 \times \text{N})$

waarbij Q= aantal m^3 afgevoerd

afvalwater per dag;

CZV = chemisch zuurstofverbruik
in mg O_2 /liter;

N = Kjeldahl stikstofgehalte
in mg/liter; de NOx-N wordt bij
Kjeldahl niet meegenomen.

In het proefgebied (Waterschap de Dommel) geldt op dit moment een tarief van f 59,88 per vervuilingseenheid. Echter, als het spuiwater wordt geaccepteerd kan het

Tabel 10: Samenvatting van de afvoer- en opslagkosten van het spuiwater voor twee typen biobedden zoals toegepast in het onderzoek (guldens per varkensplaats per jaar)

Table 10: Summary of storage and disposal costs for wash water (guilders per pig place per year)

afvoer methode	compost-boomschors	heide-vezelturf
vloertype in de stal	volledig rooster ¹	half rooster
hoeveelheid spuiwater/varkensplaats/jaar (m^3)	0,94	0,55
rechtstreeks naar riool	?	?
bij mest voegen		
- mest afvoer naar eigen land	11,40 ^b	6,68 ^b
- mest afvoer naar mestbank	29,91	20,70
apart opslaan		
- afvoer naar eigen land	11,40 ^{a,b}	6,68 ^b
- afvoer naar zuiveringsinstallatie	?	?

a) Als aan het spuiwater mest wordt toegevoegd valt het onder het Besluit gebruik dierlijke meststoffen.

b) Exclusief de mogelijkheid dat spuiwater de (kunst)mestgift vermindert.

?) Is in principe vloeistof die op de riolering/zuiveringsinstallatie geloosd moet worden, Echter het is aan de gemeente (waterschap of zuiveringsschap) of men het spuiwater accepteert.

Als het spuiwater op de riolering wordt geloosd bestaan de kosten uit: aansluiting riolering ca. f 1,73 jaarkosten per varkensplaats per jaar plus rioolrecht (afhankelijk van de gemeente en de hoeveelheid te lozen water) plus zuiveringsheffing (afhankelijk van het aantal vervuilingseenheden).

Als het spuiwater naar een zuiveringsinstallatie wordt gebracht bestaan de kosten uit: opslagkosten plus transportkosten plus zuiveringsheffing (afhankelijk van het aantal vervuilingseenheden).

1) Als dit bij een stal met een half roostervloer was dan waren de kosten ongeveer gelijk aan die van het biobed met heide-vezelturf.

zijn dat de heffing hoger uitvalt omdat men voor het zuiveren van het spuiwater een grotere krachtsinspanning moet leveren.

Voor de kosten van aanleg van een riole-ringsunit inclusief pomp en aansluiting is bij één van de PROPRO bedrijven een bedrag betaald van f 7360,- (inclusief BTW). Per varkensplaats betekent dit voor het bedrijf een investering van f 11,50. Aan onderhoud, rente en afschrijving (totaal 15%) komen de kosten per varkensplaats per jaar op f 1,73.

Daarbij komt dan nog het rioolrecht. Het rioolrecht dat men moet betalen is afhankelijk van de hoeveelheid water dat men loost en de gemeente waarin men woont. Zo bedraagt het rioolrecht in Moergestel f 130,- per jaar per rioolaansluiting.

Bij de mest voegen

Als het spuiwater bij de mest wordt gevoegd, moet men rekening houden met de kosten voor opslag (6 maanden) en kosten voor het uitrijden/afzetten van mest. Als gemiddelde investeringskosten voor mestopslag (inclusief afdekking) wordt uitgegaan van f 140,-/m³ (KWIN, 1992). De jaarkosten voor de opslag bestaan uit afschrijving (5%), onderhoud (2%) en rente (7,8%) over het gemiddeld geïnvesteerd vermogen. Dit betekent dat bij het biobed met compost-boomschors de opslagkosten gelijk zijn aan $(0,94 \times 6/12 \times 140 \times 0,109)$ f 7,17 per varkensplaats per jaar. Bij het biobed met heide-vezelturf bedragen de opslagkosten per varkensplaats per jaar $(0,55 \times 6/12 \times 140 \times 0,109)$ f 4,20.

Er zijn bij de afzet van mest twee nadelen verbonden aan het toevoegen van spuiwater aan de mest. Ten eerste neemt het volume toe en ten tweede daalt de kwaliteit van de mest. Per varkensplaats per jaar moet er normaal 1,4 m³ mest (KWIN, 1992) worden afgezet. Het drogestofgehalte van deze mest is gemiddeld 10%. Als alle mest naar de mestbank wordt afgezet zijn de extra kosten als volgt te berekenen: afvoerkosten voor mest zonder spui minus de afvoerkosten van de mest met spui. Zowel bij het biobed met compost-boomschors als bij het biobed met heide-vezelturf daalt het drogestofgehalte van de mest dermate dat bij de mestbank geen kwaliteitskorting meer wordt gegeven (resp 6% en 7,2% ds). Voor de

provincie Noord-Brabant, uitgaande van de kwaliteitsregeling voor drijfmest van d.d. 6 januari 1992 (KWIN, 1992), geldt bij het biobed met compost-boomschors dat de extra afzetkosten per varkensplaats per jaar $((1,4 + 0,94) \times f 16,- \text{ minus } 1,4 \times f 10,50)$ f 22,74 bedragen. Bij het biobed met heide-vezelturf komen de extra mestafzetkosten neer op f 16,50 per varkensplaats per jaar.

Als de mest op eigen land emissie-arm moet worden aangewend, stijgen de afvoerkosten door de toename in volume. De hoeveelheid mest die men mag uitrijden op het land blijft gelijk omdat met het spuiwater geen fosfaten worden aangevoerd. Pas als de N-gift wordt gelimiteerd ontstaat er een probleem. Uitgaande van een afvoerprijs door loonwerkers van f 4,50 per kuub mest (KWIN, 1992) komen de afvoerkosten voor de mest bij het biobed met compost-boomschors en het biobed met heide-vezelturf respectievelijk op f 4,23 en f 2,48 per varkensplaats per jaar.

Bij deze berekening is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat het spuiwater op grasland de kunstmestgift geheel of gedeeltelijk kan vervangen.

Apart opslaan

Als spuiwater apart wordt opgeslagen bestaan de kosten uit opslag- en afvoerkosten. Spuiwater kan worden afgevoerd door:

- uitrijden op het land, mits men er voorheen wat mest door mengt zodat het onder Besluit gebruik dierlijke meststoffen valt;
- afvoeren naar een zuiveringsinstallatie.

Als het spuiwater wordt opgeslagen en later op het eigen land wordt uitgereden, krijgt men de volgende kosten:

- opslag voor 6 maanden;
- uitrijkosten;
- eventueel extra afzetkosten van de overgebleven mest.

De kosten die met deze afvoerwijze gepaard gaan, zijn reeds berekend bij de mogelijkheid "bij de mest voegen". Hierbij is men ervan uitgegaan dat het spuiwater niet de hoeveelheid uit te rijden mest per hectare beïnvloedt. Als dit bij latere wetgeving wel het geval is, zullen de afzetkosten voor de mest per vleesvarkensplaats toenemen omdat deze dan bij de mestbank (of elders) moet worden afgezet. Ook bij deze bereke-

ning is geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat het spuiwater op grasland de kunstmestgift geheel of gedeeltelijk kan vervangen,

Bij afvoer naar de zuiveringsinstallatie zijn de kosten afhankelijk van de opslagduur, de transportkosten en de lozingsrechten. Ook in dit geval is het van belang dat men van tevoren informeert naar de mogelijkheden van afvoer naar de zuiveringsinstallatie. Bij lozing op de riolering is reeds opgemerkt dat de kans klein is dat men het spuiwater zal accepteren. Het aantal vervuilingseenheden, en daarmee de kosten per varkensplaats per jaar, verandert niet ten opzichte van lozen op de riolering. Hierbij is geen rekening gehouden met opslag- en transportkosten. De opslagkosten zijn afhankelijk van de opslagduur. Deze zal afhankelijk zijn van de eisen die de zuiveringsinstallatie stelt en de afweging tussen opslag- en transportkosten.

5 BEANTWOORDING VAN DE VRAGEN EN DISCUSSIE

ANSWERING THE QUESTIONS AND DISCUSSION

Arbeidstijden en arbeidsomstandigheden. Er is extra arbeid nodig voor het onderhoud, (verwijderen van onkruid, bijvullen vulmateriaal, omzetten vulmateriaal en reinigen stoffilters), het controleren (vochtgehalte van het bed, sproeiers en stalklimaat) en het verhelpen van storingen. De extra arbeid voor het onderhouden en het controleren van een biobed met compost-boomschors en een biobed met heide-vezelturf bedraagt respectievelijk 10 minuten en 15 minuten per varkensplaats per jaar. De benodigde tijd voor het verhelpen van storingen is niet aan te geven. De twee biobedden uit dit onderzoek hebben nauwelijks goed gefunctioneerd.

Het verschil in benodigde arbeid tussen de twee biobedden wordt enerzijds veroorzaakt door de grootte van het biobed en anderzijds door het aantal stoffilters. Het biobed met compost-boomschors is per varkensplaats kleiner dan het biobed met heide-vezelturf. Dit komt omdat compost-boomschors zwaarder belast kan worden. Het aantal stoffilters bij het biobed met heide-vezelturf bedraagt vier, terwijl bij het biobed met compost-boomschors drie stoffilters gebruikt worden. Beide varkenshouders reinigden de stoffilters met een stofzuiger omdat het uitkloppen van de stoffilters door het stof en de benodigde tijd daarvoor erg onaangenaam werk was.

De berekende tijd voor het omzetten van het biobed is afkomstig van tijdstudies die zijn verricht bij het handmatig omzetten van de biobedden op het Proefstation voor de Varkenshouderij. Beide varkenshouders lieten het bed echter omzetten door een kraan. De benodigde tijd hiervoor bedraagt 0,1 minuut per varkensplaats per keer voor het biobed met compost-boomschors. Voor het biobed met heide-vezelturf was dit 0,14 minuut. Als het biobed vier maal per jaar wordt omgezet en er een uurtarief voor loonwerk geldt van f 96,- (KWIN, 1992) dan bedragen de kosten respectievelijk f 0,64 en f 0,90 per varkensplaats per jaar in plaats van de respectievelijke f 1,63 en f 3,09 arbeidskosten bij handmatig omzetten. Daarnaast hebben beide varkenshouders gekozen voor het verwijderen van de stoffilters omdat deze te vaak gereinigd moesten worden. Hiervoor in

de plaats zullen ze het biobed vaker moeten omzetten. Bij de benodigde tijd voor het reinigen van de stoffilters, spelen type en plaats van de stoffilter ook een rol. Zo gaan Asseldonk en Voermans (1989) uit van één- tot tweemaal per jaar reinigen van de stoffilters (Enkamat). Grimm en Ratschow (1993) gaan uit van drie- tot viermaal per jaar reinigen van de stoffilters.

Doordat de biobedden door technische problemen (met name ventilatie-technische problemen) nauwelijks gefunctioneerd hebben is de exacte benodigde arbeid niet aan te geven. Omdat het toch wenselijk is om stoffilters te gebruiken is daar bij de verdere berekeningen rekening mee gehouden. Naast het gebruiken van stoffilters zou het stof ook door water kunnen worden afgevangen (Grimm en Ratschow, 1993).

Momenteel wordt op grond van het stalklimaat bepaald wanneer de stoffilters gereinigd moeten worden en het biobed moet worden omgezet. Als het stalklimaat verslechtert, terwijl er toch maximaal wordt geventileerd, moeten eerst de stoffilters gereinigd worden. Als dit niet afdoende helpt, zal ook het biobed omgezet moeten worden. Beter zou het zijn als de varkenshouder aan de hand van een drukmeter (u-buismanometer) kan zien wanneer het reinigen van de stoffilters of het omzetten van het biobed nodig is. De controle op het vochtgehalte van het vulmateriaal zou volgens Uenk et al. (1993) aan de hand van de temperatuur kunnen gebeuren. Met behulp van temperatuursensoren in de drukkamer en in het vulmateriaal lijkt het mogelijk de bevochtiging automatisch te sturen. Hierdoor zou er nauwelijks arbeid nodig zijn voor het controleren van het vochtgehalte van het bed.

Stalklimaat en technische resultaten. Doordat de biobedden nauwelijks hebben gefunctioneerd kan er geen uitspraak gedaan worden over de beïnvloeding van het stalklimaat en/of de technische resultaten. Echter, het gaat hier om een oplossing die de stallucht zuivert bij het verlaten van de stal (end-of-pipe oplossing). De ammoniakproblematiek wordt niet in de stal aangepakt,

waardoor er niets gebeurt aan de arbeidsomstandigheden van de varkenshouder en aan de omstandigheden voor de varkens.

De investering.

De investering wordt mede bepaald door de situatie op het bedrijf. Zo is bij het biobed met heide-vezelturf gebruik gemaakt van ondergrondse luchtkanalen omdat de varkenshouder nog bij de afvoerpunten van de mestkelders moest kunnen komen. Deze luchtkanalen leiden tot een extra investering van f 25,- per varkensplaats. De investering per varkensplaats per jaar bedroeg in een nieuwbouw- respectievelijk verbouwsituatie voor een biobed met compost-boomschors f 287,- en f 405,- (exclusief BTW). Bij het biobed met heide-vezelturf bedroeg de investering respectievelijk f 252,- en f 342,- (exclusief BTW). Bij het biobed met heide-vezelturf is de investering inclusief de bovenbesproeiing (f 15,- per plaats). Bij het biobed met compost-boomschors is dit niet toegepast. Echter bij beide biobedden is de bevochtiging onvoldoende waardoor de investering nog zal stijgen.

Ondanks het feit dat het biobed met compost-boomschors per varkensplaats een kleinere oppervlakte nodig heeft dan het biobed met heide-vezelturf, is de investering per varkensplaats hoger. De oorzaak zit met name in de investering voor het elektriciteitsgedeelte inclusief het ventilatiegedeelte. Omdat bij beide biobedden op dat gebied de problemen zaten, is moeilijk aan te geven welke ventilatie nodig is. De investering zou kunnen dalen als biobedden grootschaliger toegepast zouden worden. Daarnaast is bij het berekenen van de investering geen rekening gehouden met subsidies.

Bij deze berekening zijn wij ervan uitgegaan dat alle afdelingen aangesloten worden op het biobed. Gezien de ammoniakreductie van meer dan 80% bij een goed functionerend biobed (Heidemij Adviesbureau, 1993) is het niet noodzakelijk, voor het bereiken van de ammoniakreductie op het bedrijf, om alle afdelingen op het biobed aan te sluiten. Afhankelijk van de gewenste ammoniakreductie kan men bepalen hoeveel afdelingen op het biobed aangesloten moeten worden. Dit reduceert de kosten per bedrijf omdat het biobed dan kleiner kan zijn.

Vaste en variabele kosten.

Het energieverbruik is een onderdeel van de kostprijs. Daarnaast is het een indicatie voor de mate van milieubelasting. Naarmate er meer energie wordt verbruikt, wordt er meer CO₂ uitgestoten en wordt er meer fossiele brandstof verbruikt. CO₂ is één van de stoffen die bijdraagt aan het broeikaseffect. Uit het onderzoek blijkt dat het energieverbruik per varkensplaatst stijgt met gemiddeld een factor 2,2 tot 3,2 ten opzichte van een conventionele stal, waar volgens het biggenprijzenschema (januari 1993) gemiddeld per varkensplaats per jaar f 6,- aan energie wordt uitgegeven.

Het elektriciteitsverbruik is op beide bedrijven niet over het gehele jaar bepaald. Met name de zomermaanden zijn niet meegenomen, waardoor het verbruik iets onderschat zal zijn. Daarnaast zal in de toekomst de elektriciteitsprijs stijgen door een CO₂-heffing.

Het waterverbruik per varkensplaats is afhankelijk van de hoeveelheid water die als spuiwater wordt afgevoerd, de hoeveelheid water die uit het vulmateriaal verdampt en de hoeveelheid neerslag. Gemiddeld bedraagt het waterverbruik per vleesvarken per jaar 0,56 m³ voor een biobed met compost-boomschors en 0,62 m³ voor een biobed met heide-vezelturf. Ook het waterverbruik is niet over het gehele jaar bepaald. Met name de wintermaanden zijn genomen en zelfs in die periode droogde het bed uit. Het werkelijke waterverbruik van een goed functionerend biobed zal hierdoor hoger liggen. Een benadering van het werkelijke waterverbruik is door de vele onzekerheden niet mogelijk.

De jaarkosten van de investering zijn mede afhankelijk van het gekozen onderhoudspercentage en het afschrijvingstermijn. In de Nederlandse Emissie Richtlijnen (NER) wordt een levensduur van 10 jaar aangehouden (deze is hier ook gebruikt). Dat wil zeggen dat als men een installatie plaatst, die gezien de stand der techniek voldoet aan de NER-eisen, de gemeente de vergoeding niet binnen 10 jaar mag intrekken. De emissie-richtlijnen hebben echter betrekking op emissie uit industriële processen en gelden dus niet voor de veehouderij (Stafbureau-NER, 1993). De economische levensduur is mogelijk korter dan de 10 jaar die

hier aangenomen zijn omdat de ontwikkelingen in milieutechnologie snel gaan. Als het systeem een groen label zou krijgen dan zou men tot 2010 geen verdere ammoniak-emissieverminderende aanpassingen aan de stal hoeven te doen. In principe is de levensduur van de installatie dan tot 2010, mits dit technisch haalbaar is. Het percentage bijvullen is geen gegeven uit dit onderzoek maar is uit andere onderzoeken overgenomen.

Over de berekening van de kosten voor afvoer en opslag van het spuiwater kunnen enkele opmerkingen geplaatst worden. Zo zullen de mestafzetkosten van de mestbank in de toekomst stijgen door enerzijds verhoging van het basistarief en anderzijds door afbouw van de kwaliteitspremies. Hierdoor zullen de afvoerkosten van het spuiwater, als deze bij de mest wordt gevoegd, aanzienlijk in prijs stijgen. Bij de zuiveringsinstallaties is reeds opgemerkt dat er een geringe kans bestaat dat het spuiwater wordt geaccepteerd. Het is dan ook van belang om, voordat er een biobed geplaatst wordt, na te vragen of de gemeente/zuiveringsregio toestemming geeft het spuiwater te lozen op de riolering en met welke kosten dit gepaard gaat. Als het spuiwater apart wordt opgeslagen en men er later wat mest aan toevoegt, om het te mogen uitrijden op het land, is men het milieuprobleem gedeeltelijk aan het verplaatsen; men reduceert de ammoniak-emissie en vervolgens gaat men het land voorzien van een hoeveelheid N die daar eventueel kan uitspoelen of ophopen. Wel zou het spuiwater de kunstmestgift op grasland kunnen vervangen. Dit zou dan een kostenbesparing met zich meebrengen. Als de technische problemen opgelost zouden zijn, is nader onderzoek naar afzetmogelijkheden en toepassingsmogelijkheden van het spuiwater gewenst.

De hoeveelheid spuiwater bij een biobed met compost-boomschors is berekend voor een stal met een volledig roostervloer, terwijl bij het biobed met heide-vezelturf is uitgegaan van een stal met een half roostervloer. Als het biobed met compost-boomschors ook bij een stal met een half roostervloer was geplaatst, zou de hoeveelheid spuiwater $0,51\text{m}^3$ per varkensplaats per jaar bedragen. De kosten voor de afvoer van het spuiwater zouden dan ongeveer overeen

komen met de kosten berekend voor het biobed met heide-vezelturf.

Om te bezien of biobedden een alternatief zijn voor het oplossen van het ammoniakprobleem op bedrijfsniveau moeten de additionele kosten van biobedden worden vergeleken met alternatieven. Zo hebben Hoste en Baltussen (1993) de ammoniak-emissiereductie en de extra jaarkosten van een aantal maatregelen vergeleken (bijlage 3). Hieruit blijkt dat luchtzuivering (biowassers) een hoge reductie geeft maar dat dat gepaard gaat met relatief hoge kosten per varkensplaats per jaar. Voor biobedden komen de kosten ongeveer overeen met biowassers waardoor de conclusie gelijk zal zijn.

6 CONCLUSIES CONCLUSIONS

Het uitgevoerde deelonderzoek naar ervaringen met biobedden op twee praktijkbedrijven heeft een aantal onderzoeksbevindingen opgeleverd ten aanzien van bedrijfsinpasbaarheid, kosten, alsmede de consequenties voor arbeid en verbruik van elektriciteit, water en spuiwater.

De onderzochte biobedden zijn niet bedrijfsinpasbaar. Dit wordt met name veroorzaakt door de kosten en het technisch niet goed functioneren waardoor het stalklimaat negatief beïnvloed wordt. Daarnaast vormt het spuiwater een probleem. Het technisch niet goed functioneren is met name het gevolg van het niet aanpassen van de ventilatie op de tegendruk die het biobed veroorzaakt.

Het controleren van het stalklimaat, (in verband met reinigen stoffilters en omzetten van het vulmateriaal) het vochtgehalte van het vulmateriaal (een te droog biobed is inactief) en van de bevochtigingsinstallatie is regelmatig nodig. Daarnaast moet het vulmateriaal een aantal malen per jaar omgezet worden om de tegendruk te verminderen. Ook het reinigen van de stoffilters, bijvullen van het vulmateriaal en verwijderen van onkruid is nodig. De extra arbeid, exclusief het verhelpen van storingen, bedraagt per varkensplaats per jaar voor een biobed met compost-boomschors en voor een biobed met heide-vezelturf respectievelijk ongeveer 15 minuten en 10 minuten. Hierbij is uitgegaan van vier maal per jaar het bed handmatig omzetten. Het mechanisch omzetten van de biobedden met compost-boomschors en met heide-vezelturf vraagt respectievelijk 0,1 en 0,14 minuten per varkensplaats per keer in plaats van 3 en 5,7 minuten per varkensplaats per jaar bij handmatig omzetten.

De NH₃-concentratie in de stal zelf zal niet reduceren, waardoor er aan het stalklimaat niets verandert. Pas bij het verlaten van de stal wordt de lucht gezuiverd van NH₃ en geurstoffen.

Het gebruik van biobedden vergt veel elektriciteit en draagt daardoor bij aan de CO₂-problematiek. Bovendien produceren biobedden spuiwater. Het spuiwater kan men bij de mest voegen, waardoor mestafzet en mestopslag-

kosten stijgen, of apart opslaan en na bijvoegen van wat mest uitrijden. Ook dan stijgen de opslag- en afzetkosten. Als men het spuiwater bij de zuiveringsinstallatie accepteert, dan kan men het ook lozen op de riolering of apart opslaan en naar de zuiveringsinstallatie brengen. Alvorens een biobed aan te schaffen is het raadzaam om bij de rioolzuiveringsinstallatie te informeren of zij het spuiwater accepteren en met welke kosten dat gepaard gaat. De kosten van de afvoer en opslag van het spuiwater, de hoeveelheid spuiwater en de samenstelling van het spuiwater zijn niet exact bekend.

De additionele kosten voor een biobed, exclusief de opslag en afvoer van het spuiwater bedragen circa f 62,- tot f 69,- per varkensplaats per jaar. Hierbij zal het water- en elektriciteitsverbruik zijn onderschat. Volgens het biggenprijzenschema (januari, 1993) bedragen de huisvestingskosten per varkensplaats per jaar circa f 105,-. Dit betekent dat de huisvestingskosten met een factor 1,5 tot 1,7 toenemen.

De additionele investeringskosten per varkensplaats in een nieuwbouw- en verbouwsituatie bedragen voor een biobed met heide-vezelturf respectievelijk f 287,- en f 405,- (exclusief BTW). Bij een biobed met compost-boomschors bedragen deze respectievelijk f 252,- en f 342,- (exclusief BTW) per varkensplaats. Bij beide biobedden is echter onvoldoende bevochtigingscapaciteit geïnstalleerd.

De hierboven genoemde aspecten en het nauwelijks functioneren van de biobedden leiden ertoe dat biobedden niet inpasbaar in de bedrijfsvoering zijn. Afgezien van de technische problemen, zijn biobedden economisch gezien maar voor een beperkt aantal bedrijven een -dure- oplossing voor de ammoniakproblematiek. De afvoer van het spuiwater behoeft extra aandacht. Individuele bedrijven die een biobedden als een potentiële milieumaatregel zien, moeten de kosten van biobedden met andere alternatieve maatregelen vergelijken. Hierbij moet rekening worden gehouden met de milieueisen die aan het bedrijf gesteld worden.

LITERATUUR REFERENCES

- Asseldonk, M.M.L. van en J.A.M. Voermans 1989. *Toepassing van de biobedden in de varkenshouderij*. Proefverslag nr. 1.47 Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.
- Ast, J.A. van 1992. *Verstoring van de relatie mens-milieu*. In: Basiscursus milieukunde oktober-november 1992, Erasmus studiecentrum voor milieukunde, Rotterdam.
- Biggenprijsenschema 1993 Januari, uitgave Landbouwschap.
- Bionet Milieutechniek B.V. 1990. *Voor schone lucht Bionet Biologische Luchtwassystemen*. Sittard.
- Demmers, T.G.M. 1989. *Bestrijding van ammoniak- en stankemissies*. In "Perspectieven voor de aanpak van de mest- en ammoniakproblematiek op bedrijfsniveau". FOMA themadag Mestbehandeling op de boerderij.
- Eggels, P.G. en R. Scholten 1989. *Biofiltratie van ammoniak bevattende stallucht bij de intensieve veehouderij; fase 3: onderzoek aan een biofilter op praktijkschaal alsmede consequenties voor bio filtratie in de praktijk*. MT-TNO/IMAG, Wageningen.
- Giesen, G.W.J. et al. 1987. *Inleiding agrarische bedrijfseconomie*. Deel 1, Agrarische bedrijfseconomie/land bouwuniversiteit Wageningen, Wageningen.
- Grimm, E. en J.P. Ratschow 1993. *Ein Biofilter für den Schweinestall?* in: Top Agrar 4/93 p 116-119.
- GTD Oost-Brabant 1989. *Notitie inzake te stellen eisen aan lozing van mestverwerkingsinstallaties*, Boxtel.
- Heidemij Adviesbureau 1987. *Ammoniak-project* Informatiebulletin 1, Arnhem.
- Heidemij Adviesbureau 1989. *Praktijkonderzoekproject Beperking Ammoniakemissie Veehouderijbedrijven*. Werkplan Luchtzuivering Varkensstallen, Arnhem.
- Heidemij Adviesbureau 1993. *PROPRO-Noord-Brabant*; Informatiebulletin 5, Arnhem.
- Hoste, R. en W.H.M. Baltussen 1993. *Beperking van de ammoniakemissie op varkensbedrijven: actualisatie 1993*. Concept mededeling, LEI-DLO, Den Haag
- IKC-Veehouderij 1992. *Afvalwater in de veehouderij*. Publikatie nr.28. Ede.
- Klooster, CE. van het 1987. *Vergelijking van de kistenstal en de volledig roostervloerstal voor mestvarkens*. Rapport PI.3. Proefstation voor de Varkenshouderij, Rosmalen.
- KNMI 1992. *Jaaroverzicht van het weer in Nederland*, De Bilt.
- KWIN 1992. *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1992-1993*, IKC-veehouderij, Ede
- Oudendag, D.A. 1993. *Reductie van ammoniakemissie; Mogelijkheden en kosten van beperking van ammoniakemissie op nationaal en regionaal niveau*, onderzoekverslag 102, LEI-DLO, Den Haag.
- Projectgroep spoelwater 1991. *Spoelwaterproblematiek in akker- en tuinbouw; omvang en mogelijke oplossingen*, IKC-akkerbouw en tuinbouw, Ede.
- Smeets, R. 1990. *De toepassing van biobedden en ammoniakwassers in de intensieve veehouderij*. AHS-Dordrecht.
- Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden nr. 217 1990 *Lozingsbesluit bodembescherming*.
- Stafbureau-NER 1993. *Persoonlijke mededeling*, Bilthoven.²
- Uenk, G.H., Demmers, T.G.M. en M.G. Hissink 1993. *Vermindering ammoniak-emissie door gebruik van biobedden*; PROPRO-project luchtzuivering bij varkensstallen. rapport in voorbereiding, IMAG-DLO, Wageningen.

² NER staat voor Nederlandse emissie richtlijnen.

Zakkenfilter type G 35 S

Type-informatieblad



Toepassingen:

als filter in luchtbehandelingsinstallaties van allerlei aard, bijvoorbeeld in luchtbehandelingskasten in scholen, kantoren, warenhuizen, fabriekshallen, laboratoria enz. Als voorfilter in auto-spuitscabines. Als voorfilter voor fijn- en microfijn filters.

Samenstelling:

progressief opgebouwd filtermedium van onbreekbare synthetische vezels. De filterzakken zijn stabiel, de naden geseald. Het frontraam van niet corrosiverend hard PUR-schuim voorzien van metalen versterking. De uitvoering van het filter garandeert grote bedrijfszekerheid, ook onder extreme omstandigheden.



Kwaliteitsgarantie:

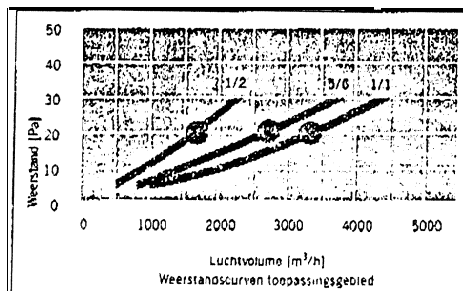
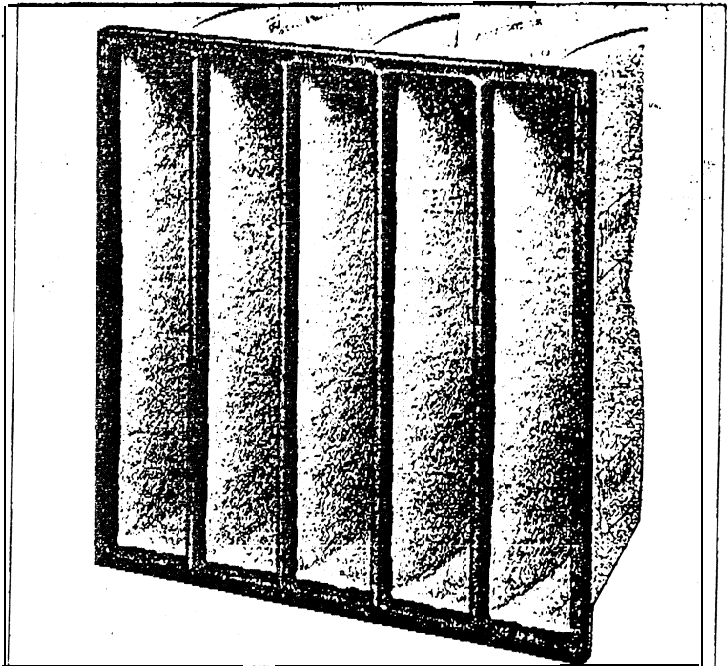
volgens DIN 24185 bij een neutraal instituut gecontroleerde kwaliteit.

Temperatuur:

bestendigheid: continu 70°C, tijdelijke pieken 90°C.

Vochtbestendigheid:

tot 100% RV.

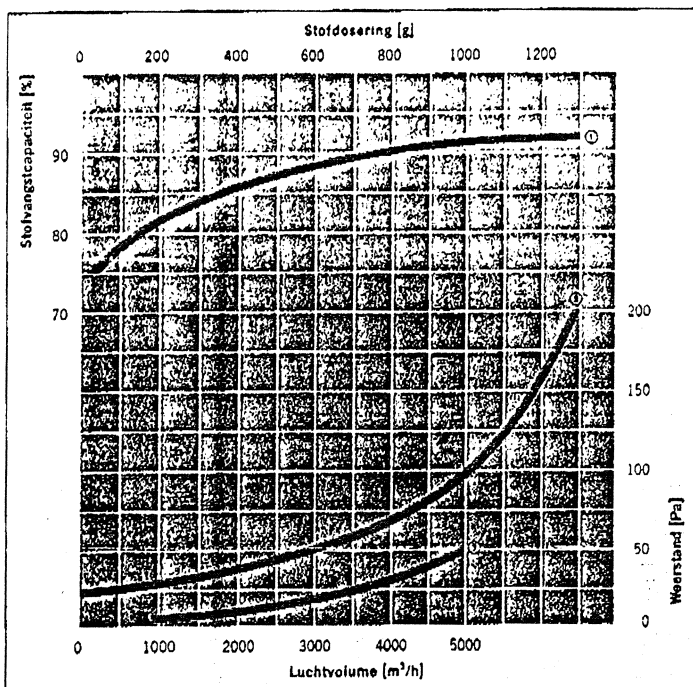


Grootte filterelement	1/1	5/6	1/2
Afmeting frontramen mm	595/595	493/595	285/595
Diepte filterelement mm	330	330	330
Aantal filterzakken	5	4	3
Gewicht ca kg	1.1	1.0	0.7
Afmeting inbouwramen mm	610/610	508/610	305/610

Technische gegevens 1/1 (DIN 24185):

Stofvangstcapaciteit A_2	86%
Filterrendement E	<20%
Luchtsnelheid op het front	2.5 m/s
Aanbevolen luchtvolume	3400 m³/h
Beginweerstand	20 Pa
Aanbevolen eindweerstand	200 Pa
Stofopnemend vermogen	1110 g

Filtrertechnische gegevens* type G 35 S volgens DIN 24185



Grootte filterelement 1/1
 Netto filteroppervlak:
 2,0 m²

- ① Stofvangstcapaciteit afhankelijk van de stofdosering bij nominale luchtvolume
- ② Weerstand afhankelijk van de stofdosering bij nominale luchtvolume
- ③ Weerstand afhankelijk van het luchtvolume

Doorslaggevende argumenten voor het toepassen van het Viledon Compactfilter G 35 S:

- Door gebruik van synthetische vliesstoffen, geen vezelbreuk.
- De naden van de zakken geseald en in vormvaste frontramen geschuimd; daardoor geen lekkage.
- Grote mechanische sterkte; ook bij hoge lichtsnelheden, bij turbulentie, bij drukstoten en bij hoge luchtvochtigheid.
- Stabiele zakkenfilterconstructie voorkomt doorknikken en stofdoorbraak.
- Door aerodynamische vormvastheid van de zakken en 100% benutten van het filtrerend oppervlak, zeer doelmatig gebruik.
- Constante gegarandeerde kwaliteit in verband met de controle volgens DIN 24185 bij een neutraal instituut. Deze kwaliteitswaarborg wordt door de aanduiding van het filtertype, de filterklasse en het DIN-nummer en -teken vastgelegd.

* De aangegeven waarden zijn gemiddelden met toelating van de afwijkingen van de gebruikelijke productiemethoden. Voor de juistheid van de opgegeven waarden geldt in afzonderlijke gevallen uitsluitend een schriftelijke bevestiging van de fabrikant.

Viledon is een door Carl Freudenberg geïmplementeerd en beschermd merknaam.

Bijlage 2: Indicatieve lozingseisen voor effluent mestverwerking bij lozing op rioolwaterzuiveringsinrichting (r.w.z.i.) of afvalpersleiding (AWP) (naar: GTD Oost-Brabant, 1989).

parameter	eis bij lozen op r.w.z.i.	eis bij lozen op AWP
pH	6,5-9	6,5-9
CZV	1500 mg/l	1500 mg/l
BZV	500 mg/l	500 mg/l
N-Kjeldahl	100 mg/l	100 mg/l
P-totaal	30 mg/l	30 mg/l
kalium	p.m.	p.m.
chloride	150 mg/l	10000 mg/l
sulfaat	100 mg/l	1500 mg/l
kleur	p.m.	0 m.
koper	100 µg/l	10 µg/l
zink	400 µg/l	40 µg/l
cadmium	5 µg/l	5 µg/l

Opmerkingen:

Met het oog op scale-vorming, gasvorming en dergelijke kunnen nadere eisen gesteld worden aan Ca-, (CO₃+HCO₃)- en (NO₂+NO₃)-gehalte.

Bijlage 3: Reductiepercentages en kosten van emissiebeperkende maatregelen
(naar: Hoste en Baltussen, 1993).

Emissiereductie en jaarkosten ten opzichte van de autonome situatie zonder maatregelen (gulden per dierplaats per jaar); de jaarkosten zijn gegeven voor een bedrijf met 1000 vleesvarkensplaatsen en de mest wordt op het land aangewend.

aanpassing	reductie	kosten
S1	6	4,42
VI	9	0,97
s2	10	22,43
s3	16	26,58
V2	18	3,05
V2 + s2	26	25,48
V2 + s3	31	29,90
L	37	90,00
M	43	2,93
VI + M	48	3,90
v2 + L	48	93,05
S1 + M	53	7,35
V2 + M	53	5,98
VI + M + S1	58	8,32
V2 + M + S1	62	10,40
S2 + M	62	25,36
VI + M + S2	65	26,33
V2 + M + S2	68	28,41
S3 + M	72	29,78
VI + M + S3	74	30,75
V2 + M + S3	77	32,83
M + L	80	92,93
V1 + M + L	82	93,90
V2 + M + L	84	95,98

Gebruikte afkortingen:

- VI: Voeraanpassingen matig
- V2: Voeraanpassingen sterk
- S1: Stalaanpassingen klein
(= roosteraanpassen)
- S2: Stalaanpassingen groot
(= mestschuif)
- s3: SI + s2
- M: Mestaanwending emissiearm
- L: Luchtzuivering

REEDS EERDER VERSCHENEN PROEFVERSLAGEN *PUBLISHED RESEARCH REPORTS*

Proefverslag P 1.53

"Lysine- en eiwitgehalte in vleesvarkensvoer bij driefasenvoeding"

Proefverslag P 1.54

"Praktijkonderzoek naar groepshuisvesting van drachtige zeugen anno 1990"

Proefverslag P 1.55

"Buitenopslag van varkensmest"

Proefverslag P 1.56

"Vergelijking brijbak/droogvoerbak bij gespeende biggen"

Proefverslag P 1.57

"Hokvorm en hokuitvoering voor groeiende varkens; een synthese"

Proefverslag P 1.58

"Praktijkervaringen met de K2-stal"

Proefverslag P 1.59

"De invloed van een zoogperiode van 3,5 en 4,5 weken op vermeerdering, opfok en mest-erij van varkens"

Proefverslag P 1.60

"Bedrijfscon- trôle ten aanzien van het voor- komen van de ziekte van Aujeszky"

Proefverslag P 1.61

"Voerligboxsysteem, aanbindboxsysteem en groepshuisvestingssysteem vergeleken"

Proefverslag P 1.62

"Mestscheiden door bezinken"

Proefverslag P 1.63

"Huisvestingstrajecten voor biggen en vleesvarkens"

Proefverslag P 1.64

"De invloed van beperking van de drinktijd op het waterverbruik en technische resulta- ten bij mestvarkens"

Proefverslag P 1.65

"Porcine parvovirus"

Proefverslag P 1.66

"Informatiemodel Technisch Model Varkens- voeding"

Proefverslag P 1.67

"Het effect van het lysine/eiwit gehalte in het voer voor lacterende zeugen op de presta- ties van de zeugen en hun biggen"

Proefverslag P 1.68

"Meten van klimaat in varkensstallen"

Proefverslag P 1.69

"De koude vergisting van varkensmest"

Proefverslag P 1.70

"Een vergelijking van methoden om het stof- gehalte van de lucht in de varkensstallen te verlagen"

Proefverslag P 1.71

"Onbeperkte voeding van vleesvarkens via een brijbak of via een droogvoerbak met drinkbakjes"

Proefverslag P 1.72

"Invloed van voerstrategie van biggen tij- dens de opfok op mesterijresultaten en slachtkwaliteit"

Proefverslag P 1.73

"Metalen driekantroosters in vleesvarkens- hokken met bolle vloeruitvoering"

Proefverslag P 1.74

"Zeven interviews: Investeringsbeslissingen door varkenshouders"

Proefverslag P 1.75

"Het effect van twee-fasen-voeding op de technische resultaten van zeugen in verge- lijking met één-fase-voeding"

Proefverslag P 1.76

"Kwaliteit van vleesvarkens met een hoog aflevergewicht"

Proefverslag P 1.77

"Mechanische mestscheiders als mogelijke schakel in de mestbewerking op bedrijfsni- veau"

Proefverslag P 1.78

"Klauwgezondheid bij varkens"

Proefverslag P 1.79

"De invloed van een graanrijk voer op de mesterijresultaten, slachtkwaliteit en vleeskwaliteit bij vleesvarkens"

Proefverslag P 1.80

"De invloed van gezondheidsstoornissen bij gespeende biggen op de mesterijresultaten en slachtkwaliteit"

Proefverslag P 1.81

"Het effect van de uitvoering van de zeugenbox in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen"

Proefverslag P 1.82

"Het effect van vloertype in het kraamopfokhok op de produktieresultaten van zeugen"

Proefverslag P 1.83

"Vergelijking van 1,0, 1,3 en 1,4 m lengte dichte vloer in kraamopfokhokken"

Proefverslag P 1.84

"Een vergelijking tussen zes typen kraamopfokhokken aan de hand van technische resultaten van zeugen en de uitval van biggen"

Proefverslag P 1.85

"Waterdamp in varkensstallen met diepstrooisel"

Proefverslag P 1.86

"Bruikbaarheid van een sensor voor meting van de hoeveelheid ventilatie in natuurlijk geventileerde stallen"

Proefverslag P 1.87

"Verkleinen van de spreiding in aflevergewicht van vleesvarkens"

Proefverslag P 1.88

"Analyse van het interval spenen - eerste inseminatie"

Proefverslag P 1.89

"KASVA Knelpunten analyse systeem varkenshouderij"

Proefverslag P 1.90

"Het effect van microbiële fytase in het voer op de opfokresultaten van gespeende biggen"

Proefverslag P 1.91

"Onderzoek aan een diepstrooiselsysteem op praktijkbedrijven"

Proefverslag P 1.92

"Rioleringssysteem voor de afvoer van mest"

Proefverslag P 1.93

"Ervaringen met biowassers op vleesvarkensbedrijven in PROPRO"

Proefverslag P 1.94

"Mestpannen in kraamstallen"

Proefverslag P 1.95

"Bereiding en gebruik van spoelvlloeistof t.b.v. reductie van ammoniakemissie uit varkensstallen"

Proefverslag P 1.96

"Arbeid en arbeidsomstandigheden in diepstrooiselsystemen voor vleesvarkens"

Proefverslag P 1.97

"Wel of niet bedrijfsmatig bijvoeren van zogende biggen met vast voer"

Proefverslag P 1.98

"Extra waterverstrekking aan lacterende zeugen"

Exemplaren van proefverslagen kunnen worden verkregen door f 15,- per verslag over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van het gewenste verslagnummer. U kunt zich ook abonneren op het periodiek PRAKTIJKONDERZOEK VARKENSHOUDERIJ. U ontvangt dan 6 keer per jaar een periodiek met daarin de resultaten van het onderzoek. U heeft dan de mogelijkheid om onderzoeksverslagen gratis te bestellen. Bovendien ontvangt u de jaarverslagen van de regionale proefbedrijven en het Proefstation gratis. U kunt zich hierop abonneren door f 45,- over te maken op postgirorekeningnummer 51.73.462 ten name van het Proefstation voor de Varkenshouderij, Lunerkampweg 7, 5245 NB ROSMALEN, onder vermelding van POV, Nieuw abonnement.